المكتبة الثقافية
٢٢

قصة الذرة

الدكتور اسماعيل بسيوني هزاع

أول أكتوبر ١٩٦٠

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة
- تيسر لكل قارئ ان يقيم فى بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأقلام أساتذة متخصصين و بقرشين لكل كتاب .
- تصدر مرتين كل شهر . فى أوله وفى منتصفه .

الكتاب القادم

صلاح الدين الأيوبى

بين شعراء عصره وكتابه

للدكتور أحمد أحمد بدوى

١٥ أكتوبر ١٩٦٠

دار القلم بالقاهرة

المكتبة الثقافية
٢٢

قصة الذرة

الدكتور اسماعيل بسيونى هزاع

وزارة
الثقافة والإرشاد القومي
الإدارة العامة للثقافة

أول أكتوبر ١٩٦٠

النـاشر



بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

بيّن العالم الكبير « إينشتين » أن بالذرة طاقة كبيرة يمكن تسخيرها والإفادة منها ، حينما أوضح أن المادة صورة من صور الطاقة ، وأن الجرام الواحد من المادة يتحول إلى ألف مليون مليون مليون وحدة من وحدات الطاقة ، (الأرج) ، أو إلى ٢٥ مليون كيلووات ساعة ، أى ما ثمنه نحو ٥٥٠ ألف جنيه ، وبعد جهد عظيم حصل العلماء على الطاقة من الذرة عام ١٩٣٩ ، وعندئذ لاح شبح الحرب ، فنشطت الأبحاث لاستخدام سلاح الطاقة الذرية فيها ، ولا يمكن أن نغمض أعيننا عن حقيقة تفوق الأسلحة الذرية فى الحرب والسياسة ، وإن كان بعض العلماء يعتقدون أن الأسلحة الذرية رغم تفوقها ، لا يمكن أن تكسب وحدها الحرب . ومنذ ذلك الوقت بدأ العصر الذرى ، ونرجو أن يوجه نحو ازدهار المدنية ، وتحسين مستوى المعيشة ، والقضاء على الفقر والجهل والمرض ، آفات المجتمع الثلاث .

ويتطلع المتفائلون إلى طاقة ذرية تسير السفن ، وتولد الكهرباء ، كما يتطلعون إلى طاقة ذرية تذيب الثلوج فى البحار ، وتهد الجبال على الأرض ، ويتطلعون إلى طاقة تدفىء البيوت فى الشتاء ، وتبردها فى الصيف ، ينتظرون أن تزيح هذه الطاقة عنا كابوس المرض ، فتفتك بالميكروبات وتعالج الأمراض ، ينتظرون أن تتحكم فى الجو فتسقط المطر حينما نريد ، ولا بأس من أن تطير بنا إلى القمر لنتعرف عليه ثم نعود . أما المتشائمون فيقولون : إن الطاقة الذرية لن تكون عملية إلا فى حدود ضيقة .

وإذا استعرضنا الخطوات التى مرت بها الطاقة الذرية منذ أن اكتشفت فى سنة ١٩٣٩ ، نجد أن ما تم فى الخمس عشرة سنة الأخيرة يبعث كثيراً على الأمل . فعندما ظهرت الأبحاث الأولية للعالمين « هان » و « شتراسمان » فى سنة ١٩٣٩ ، مبينة إمكان انشطار نواة الذرة إلى شطرين ، اتجهت الأنظار إلى الاستفادة من هذه النتائج ، فلم تمض سبع سنوات حتى فجرت القنبلة الذرية الأولى عام ١٩٤٥ ، وبعد عشر سنوات أخرى أصبحت الأسلحة الذرية من أهم العوامل التى تشكل سياسة العالم ، واتجاه الحضارة ، وإن لم تكن أهم هذه العوامل جميعاً ، وحدث فى الوقت ذاته تقدم مقابل فى مجال التطبيقات السلمية

للطاقة الذرية ، ولكنه تقدم لا ينشر منه إلا الجزء الأقل ، وتضفى الضرورات العسكرية على الجزء الأكبر منه ستارا من السرية ، كما أن الدول الكبرى فى سعيها نحو التفوق العسكرى ، تولى البحوث الحربية فى الطاقة الذرية عناية كبرى ، وتخصص لها الأموال الطائلة ، والنخبة الممتازة من العلماء والباحثين .

وقد أقامت منشآت لتوليد الطاقة الكهربائية بالوقود الذرى ، ووضعت برامج شاملة لتوليد القوى بهذه الطريقة ، وإيصالها إلى الشبكات الكهربائية الكبرى ، فانجلترا وروسيا والولايات المتحدة وفرنسا أنشأت وتنشىء محطات ذرية كبرى ؛ لتوليد الكهرباء ، وللأغراض الصناعية والحربية ، والسويد والنرويج وهولندا وبلجيكا وسويسرا وكندا وجنوب أفريقيا واستراليا والهند واليابان وإيطاليا ويوغوسلافيا وألمانيا كلها أنشأت مفاعلات ذرية مختلفة ؛ لأغراض علمية وصناعية وتجريبية منوعة .

والجمهورية العربية المتحدة تنشىء مفاعلا ذريا ؛ للأغراض العلمية والتجريبية المنوعة .

وقد تنبه الرأى العام العالمى إلى ضرورة تعميم الإفادة من الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية ، وإلى وجوب تضافر جهود العلماء متعاونين فى توجيهها فى سبيل خير البشرية ، ولقد كان

من أثر هذا أن أنشئت الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام ١٩٥٧ ، والجمهورية العربية المتحدة أحد أعضائها العاملين ، كما نظمت الأمم المتحدة مؤتمرين دوليين بمدينة جنيف ؛ لاستخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية (سنة ١٩٥٥ ، سنة ١٩٥٨) .

وأدركت مصر الثورة أهمية الطاقة الذرية ، وماسوف يكون لها من أثر عميق فى ميادين الحياة ، وعنيت السلطات بالأمر ، ففى فبراير سنة ١٩٥٥ تشكلت لجنة الطاقة الذرية المصرية ، (أصبحت مؤسسة عامة للجمهورية العربية المتحدة فيما بعد) وغرضها تمكين الدولة من استغلال الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية من علمية وطبية وزراعية وغيرها ، ومسايرة التقدم العلمى فى هذا الشأن .

١ـ كانت الاتجاهات الدولية للذرة هى "للعالمية" عام ٥٧ ويشترك [illegible] .

٢ـ أول قنبلة ذرية فجرت فى عام ١٩٤٥ وانتهت الحرب العالمية الثانية .

٣ـ أنشئت الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام ١٩٥٧ والجمهورية العربية المتحدة أحد أعضائها العاملين . .

(١)

تطور التفكير فى الذرة

من المعروف أن كل مادة على سطح الأرض تتكون من عنصر أو أكثر من العناصر متحدة بعضها ببعض ، فمثلا يتكون الماء من عنصرى الأكسجين والهيدروجين ، ويتكون ملح الطعام من عنصرى الكلور والصوديوم .

وأصغر جزء يمكن أن يوجد لعنصر ما ، يسمى بالذرة ،

ويرجع التفكير فى تركيب المادة إلى عهد الإغريق ، فقد ساهموا مساهمة كبرى فى الرياضيات والأدب والفن وغيرها ، وإليهم يرجع الفضل فيما عرف من علم الطبيعة حتى عام ١٤٠٠ بعد الميلاد .

وكان أول من فكر جديا فى تركيب المادة العالم الإغريقى « اناكساجوراس » (٥٠٠ — ٤٢٨ قبل الميلاد) ، الذى انقطع للعلم رغبة منه فى كشف بعض أسرار الكون ، وما يحيط

به من ظواهر طبيعية ، وهو أول من اكتشف أن القمر يستمد ضوءه من الشمس بالانعكاس ، وفسر بذلك ظاهرة الكسوف ، وأعلن أن الشمس ما هى إلا حجر ساخن أحمر ، والقمر ما هو إلا أرض اخرى .

وإلى « أناكساجوراس » يرجع الفضل فى النظرية الذرية ، التى أعلنها العالم الإغريقى « ديموقريتس » من الجيل التالى لجيل « أناكساجوراس » ، ومن تعاليم « أناكساجوراس » أن التغيرات التى تطرأ على المادة ترجع إلى اتحادات أو انفصالات لجسيمات غاية فى الصغر لا ترى ، وهذه الجسيمات لا تتجزأ ولا تتغير ولا تفنى ، ولكنها تختلف من مادة إلى مادة فى الشكل واللون والطعم .

ومن ناحية أخرى ، قسم « امبيدوكلس » العناصر التى تتكون منها المواد إلى أربعة : الأرض والماء والهواء والنار ، وتتكون كل مادة على الأرض ، وربما فى الكون كله من واحد منها أو أكثر متحدة بعضها ببعض .

النظرية الذرية « لديموقريتس » (٤٦٠ - ٣٧٠ قبل الميلاد)

نظر « ديموقريتس » إلى الجسيمات الصغيرة التى افترضها

« انا كساجوراس » والتى لا تتجزأ على أنها الوحدات التى يتكون منها كل ما نراه فى الكون الخارجى ، وما نجده على الأرض من مواد .

بهذا التفكير وضع « ديموقريتس » صورة محددة لافتراض « أنا كساجوراس » الذرى ، فقد قال ونشر ما يلى : «الكون يتكون من فضاء فارغ ، وعدد لا نهائى من الجسيمات لا تتجزأ ولا ترى ، ولكنها تختلف عن بعضها البعض فى الشكل والوضع والترتيب . خلق المادة مستحيل ؛ لأنه لا يمكن ولا يعقل أن يخلق شىء من لا شىء »

وللصلة القوية بين الذرة والكهرباء ، فقد لاقت الكهرباء عناية فائقة من اهتمام العلماء فى القرن الثامن عشر ، وقد بدئت بالكهرباء الاستاتيكية ، ففى النصف الأخير من ذلك القرن ظهر « بنيامين فرانكلين » (١٧٠٦ — ١٧٩٠) ، « هنرى كافندش » (١٧٣١ — ١٨١٠) ، « تشارلس كولوم » (١٧٣٦ ـ ١٨٠٦) . وقد وضع « فرانكلين » نظرية « السائل الواحد للكهرباء » ، وهى تشبه إلى حد ما نظرية الحرارة ، وتفترض هذه النظرية أن جميع الأجسام تحتوى على كمية معينة من السائل الكهربائى ، فإذا

زاد هذا السائل فى جسم عن حد معلوم ، فإنه يسمى موجب التكهرب ، وإذا نقص عن هذا الحد فى جسم آخر سمى سالب التكهرب .

وقد أجرى «كافندش» و «كولوم» الكثير من التجارب العملية على الكهرباء .

نظرية « پروت » عن تركيب العناصر :

وفى أوائل القرن التاسع عشر (عام ١٨١٥) وضع «پروت» نظرية تدلل على أن جميع العناصر تتكون من ذرات الهيدروجين ، وقد بنى نظريته على أن الوزن الذرى لعدد كبير من العناصر إن هو إلا مضاعفات لوزن ذرة الهيدروجين ؛ ووقف « پروت » عند هذا الحد لأنه ينقصه الدليل العلمى .

ومن التجارب الدقيقة التى أجريت بعد تلك النظرية ظهر خلاف ما يقوله « پروت » ، وأثبتت تلك التجارب أن من العناصر ما وزنه الذرى لا يساوى مضاعفات الوزن الذرى للهيدروجين ؛ ولذلك بطلت النظرية السابقة .

أنواع الكهرباء وطبيعتها :

الكهرباء نوع من الطاقة نستخدمها فى نواح عديدة ، وقد

اصبحت مظهرا من مظاهر تقدم الدول ورقيها ، وفى بعض الأحيان تعطينا الطبيعة فيضا من الكهرباء على هيئة برق ، وما البرق إلا شحنات كهربائية تتحرك من مكان إلى مكان تحت تأثير فرق جهد كهربائى عال .

ويمكن تفسير انتقال الكهرباء فى الأسلاك الموصلة للمصابيح الكهربائية التى نستخدمها فى المنازل ، والمحركات التى تستخدم فى المصانع والمركبات وغيرها ، بأنها شحنات كهربائية ، تنتقل فى هذه الأسلاك محدثة ما نسميه بالتيار الكهربائى ؛ ولذا عرف التيار الكهربائى بأنه : « شحنات كهربائية تنتقل تحت تأثير فرق جهد كهربائى » وهو يشبه تيار الماء فى النهر الذى ينتقل من مكان إلى مكان بفعل الفرق فى مستوى المكان الأول عن الثانى . أما موجات اللاسلكى فإنها تخلق بواسطة شحنات كهربائية كبيرة تسير فى أسلاك المرسل فى اتجاه ثم فى الاتجاه العكسى ملايين المرات فى الثانية الواحدة فتشع منها الموجات اللاسلكية .

وللكهرباء نوعان : الكهرباء الاستاتيكية والكهرباء الديناميكية ، وتتولد الكهرباء الاستاتيكية من دلك قضيب من الزجاج بقطعة من الحرير ، أو قضيب من الأبونيت

بقطعة من الفرو ، فتظهر على الأول شحنة موجبة من الكهرباء الاستاتيكية ، وعلى الثانى شحنة سالبة منها . وتتولد الكهرباء الديناميكية من البطاريات ومولدات الكهرباء (الديناموات) .

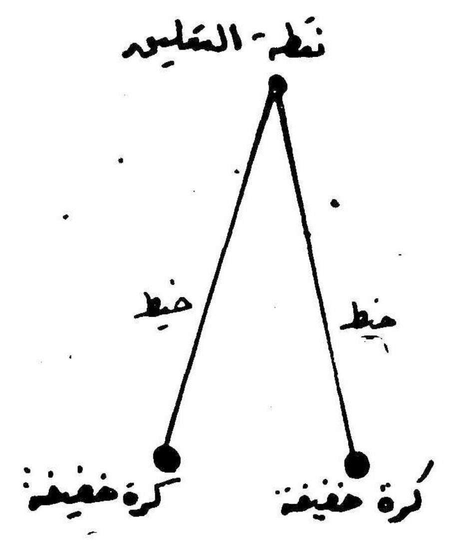
ونظرا لأن أحد أجزاء الذرة وهو الألكترون يحمل شحنة من الكهرباء فقد بدأ العلماء يفكرون فى طبيعة وخواص الشحنات الكهربائية ، وترددت أسئلة تتطلب إجابات ، وكان أهمها : هل من الممكن تقسيم الشحنة الكهربائية ، أيا كان نوعها إلى أجزاء لا نهاية لعددها ، ولا حدود لحجمها .. ؟ أم تنقسم الشحنة إلى عدد محدود من الوحدات الصغيرة تسمى ذرات الكهرباء كما هو الحال فى ذرات المادة ؟

وكمقدمة للإجابة على هذا السؤال ، أوضح بعض المبادئ فى علم الكهرباء . .

قوى التنافر والتجاذب بين الشحنات الكهربائية :

إذا دلكنا القضيب الزجاجى السابق ، وجعلناه يلمس كرتين صغيرتين خفيفتين من مادة « نخاع البيلسان » معلقتين فى طرفى خيطين كما فى شكل (١) ، فإن الشحنة الكهربائية المتكونة على القضيب تنتقل إلى الكرتين ، وتحمل كل كرة شحنة من نفس

النوع الذى تحمله الكرة الأخرى ، ونجد ان الكرتين تتنافران وتتباعدان ، وهذا يدل على أن الشحنتين المتماثلتين تتنافران ، وبالمثل لو علقت الكرتان فى خيطين بعيدين عن بعضهما ، بمسافة أكبر من قطر الكرتين ، ولمست إحدى الكرتين قضيب الزجاج السابق المدلوك ، والأخرى قضيب الأبونيت المدلوك فإن الكرتين تنجذبان ؛ وذلك لأن الكرة الأولى تحمل شحنة تختلف عن شحنة الكرة الثانية ، أي أن الأولى تحمل شحنة كهربائية .



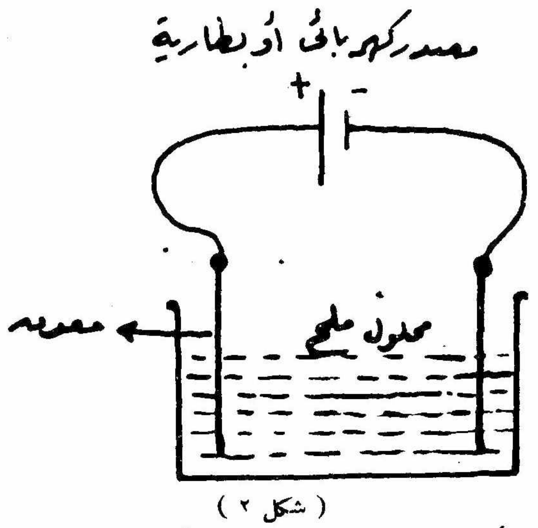
(شكل ١)

استاتيكية موجبة ، والثانية تحمل شحنة كهربائية استاتيكية

سالبة ، وهذا يدل على أن الشحنتين المختلفتين تنجذبان ، ولو تلامست الكرتان فإن الشحنتين تتلاشيان ، ولا يبقى لأى من الشحنتين أثر ، وفى هذا دلالة على أن الشحنات الموجبة تلاشى الشحنات السالبة ، إذا اتحدت بها ، وكانت تساويها فى القيمة ، وقد وجد أن الشحنات الكهربائية السالبة تحملها ما نسميها «الكترونات» ، والشحنات الكهربائية الموجبة تحملها ما نسميها « بروتونات » ، وشحنة الألكترون تساوى شحنة البروتون ، وهى أقصى ما أمكن الوصول إليه من تقسيم الشحنات ؛ أى هى الوحدة ، وسأتكلم عن الألكترون والبروتون فى الفصل التالى .

وعند ظهور الكهرباء دار فى خلد العلماء كثير من الأسئلة مثل ، ما هى الكهرباء .. ؟ وكيف تخلق .. ؟ وكيف تنتقل فى الأسلاك وفى السوائل .. ؟ من التجربة الآتية بدأ أول تفكير فى الإجابة على هذه الأسئلة : لنأخذ كمية من كبريتات النحاس، ونذيبها فى الماء ، ونضعها فى إناء زجاجى ، ولنضع لوحين من معدن النحاس فى محلول كبريتات النحاس ، ثم نوصل أحد اللوحين بالطرف الموجب لمصدر كهربائى ، وليكن بطارية عادية من بطاريات السيارات ، أو مولد كهربائى للتيار المستمر (دينامو) ، واللوح الآخر بالطرف السالب للمصدر كما هو

مبين بشكل (٢) . فى هذا الترتيب الذى نسميه «دائرة كهربائية» نجد أن الكهرباء تنتقل من الطرف الموجب إلى الطرف السالب المصدر ، ويتراكم جزء من النحاس المذاب فى المحلول — وهو إحدى مكونات كبريتات النحاس — على أحد اللوحين .



(شكل ٢)

كان أول تفسير لتلك الظاهرة هو أن الكهرباء عبارة عن ذرات كهربائية ، تنتقل فى الأسلاك والمحلول بواسطة ذرات النحاس ، إذ تحمل كل ذرة من ذرات النحاس ذرة من ذرات الكهرباء ، وتنقلها من طرف إلى آخر .

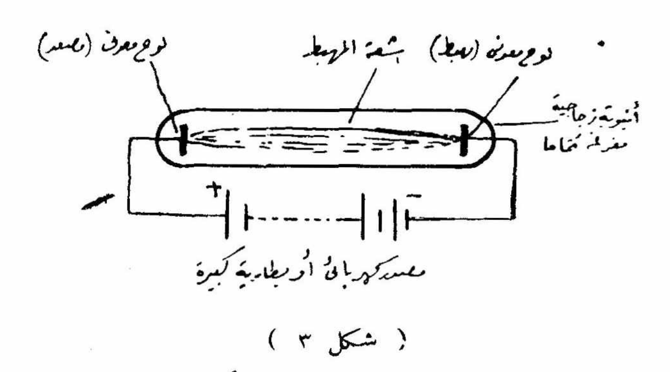
الألكترون

استكشاف الألكترون :

أولا ما استكشف من مكونات الذرة الألكترون ، فقد ظلت الذرة مصمتة مغلقة ووحدة لا تتجزأ إلى أن عرف الألكترون .

وقبل عام ١٨٩٧ أجريت دراسات عدة عن خاصية التفريغ الكهربائى خلال الغازات المخلخلة ذات الضغوط المنخفضة ، فإذا أخذنا أنبوبة من الزجاج ،حجمها متوسط ، بها لوحان من معدن الألومنيوم أو الحديد أو البلاتين قرب طرفيها ، وفرغناها من الغازات تفريغاً تاماً ، وأقصد بالتفريغ التام عدم وجود جزيئات من أى غاز داخل الأنبوبة ، ثم وصلنا اللوحين بطرفى مصدر كهربائى قوى أو بطارية قوية (ويسمى اللوح المتصل بالقطب الموجب للمصدر الكهربائى بالمصعد ، واللوح المتصل بالقطب السالب لها بالمهبط) (شكل ٣) ، فإن عملية التفريغ الكهربائى تتم عند عملية التوصيل ، وتنتقل جسيمات التيار الكهربائى من المهبط إلى المصعد ، وإذا اصطدمت هذه الجسيمات

بجدران الأنبوبة الزجاجية وكانت الجدران مغطاة بطبقة من المركب الكيميائى سيليكات الزنك أو تنجستات الكالسيوم



(شكل ٣)

أو كبريتور الزنك ؛ فإن نقطة التصادم تضيء بلون أخضر او أزرق ؛ إذن فإضاءة الجدران أو وميضها ينبيء عن وجود جسيمات التيار الكهربائى ، وتسمى هذه الجسيمات « بأشعة المهبط » ، وفى عام ١٨٩٥ استقبل العالم « بيران » هذه الأشعة على جهاز خاص ، وأثبت أنها تحتوى على جسيمات غاية فى الصغر ، تحمل شحنات كهربائية سالبة ، وقد عزز هذا أيضا العالم الإنجليزى « طومسون » عام ١٨٩٧ بتجاربه التى اجراها على هذه الأشعة ، وأوجد النسبة بين شحنة الجسيم الواحد من تلك

الأشعة ووزنه ، وقد سمى العلماء ومن بينهم « لورنتز » هذا الجسيم « بالألكترون » .

واهتدى العلماء إلى أن الألكترونات إحدى مركبات كل الذرات ، وهى المسئولة عن انبعاث الضوء كما سيتبين فيما بعد .

* * *

وفى عام ١٩٠٩ أجرى «مليكان» تجربة أدق من سابقتها ، عين بها شحنة الألكترون ، ومن شحنة الألكترون والنسبة بين شحنته ووزنه أمكن تعيين وزنه أيضا ، وقد كانت التجربة غاية فى البساطة ، وهى أنه أحضر إناء متوسط الحجم به غاز ، وفى أعلاه ثقب يمكن أن يسقط منه قطرات صغيرة جدا من الزيت ، فلو مر تيار كهربائى ، أو حدث تفريغ كهربائى فى الغاز داخل الإناء فإنه يتأين ، ومعنى التأين : أن تتحول ذرات الغاز إلى جزءين غير متساويين فى الوزن ، الأول يحمل شحنة موجبة ويسمى بالأيون الموجب ، والثانى ووزنه يبلغ جزءا من آلاف من وزن الأول يحمل شحنة سالبة ، ويسمى بالأيون السالب ، وهو الكترون .

وعند سقوط قطرة زيت صغيرة من الثقب بأعلى الإناء، فإنها تتحرك تحت تأثير وزنها ، وفى حركتها يلتصق بها أيون سالب « الكترون » ، وتصبح مشحونة بشحنة كهربائية سالبة ، فلو سلطنا عليها مجالا كهربائيا نزيده و نقلله كيفما نريد ، ويكون فى اتجاه يضاد حركة القطرة ، فإنه يجذبها إلى أعلى ، وتبطىء فى حركتها، وينتهى بها الأمر إلى السكون ، ففى هذه الحالة تكون قوة جذب المجال الكهربائى للشحنة التى على القطرة تعادل (أى تساوى وتضاد) وزن القطرة نفسها ، وبتعيينهما — وهذا من أبسط الأمور فى علم الطبيعة — يمكن إيجاد شحنة الألكترون وبالتالى يحسب وزن الألكترون أيضا .

ومن التجارب الكثيرة المماثلة التى أجريت على الألكترونات؛ لتعيين شحنتها ووزنها وجد أن : شحنة الألكترون تساوى ٤٫٨ من عشرة آلاف مليون وحدة كهربائية استاتيكية ، ووزن مليون مليون الكترون يساوى على وجه التقريب واحد من ألف مليون مليون من الجرام .

ذرة « طومسون » :

بعد استكشاف « طومسون » الالكترون تتابعت النظريات

فى تركيب الذرة ، لعل العلماء يتفقون على صورة مقبولة لشكل الذرة وتركيبها تثبتها المشاهدات ونتائج التجارب التى كثرت يوما بعد يوم .

ومن الواضح أن الذرة لتعادلها كهربائيا تحمل شحنتين كهربائيتين مختلفتين : الأولى سالبة ، وهى شحنة الألكترونات التى لا شك فى وجودها بالذرة ، وتبعا لذلك لا بد من وجود شحنة ثانية موجبة تساوى فى مقدارها شحنة الألكترونات، ويحملها الجزء الثانى من الذرة الذى لم يستكشف حينئذ .

وقد تردد فى ذلك الوقت سؤالان هامان وهما :

(ا) ما عدد الألكترونات الموجودة بكل ذرة . . ؟

(ب) ما وضع وتركيب الألكترونات بالنسبة للشحنة الموجبة بالذرة . . ؟

وبالنسبة للسؤال الأول فإنه بمجهود مضن ، وتجربة ناجحة استنتج « طومسون » أن عدد الألكترونات بالذرة يساوى وزنها الذرى ، ولكن « باركلا » أثبت عام ١٩١١ عكس هذا، وأوجد أن عدد الألكترونات بذرات العناصر الخفيفة يساوى نصف الوزن الذرى ما عدا ذرة الهيدروجين، فإن بها ألكترونا واحدا .

وحيث أن الذرة متعادلة كهربائيا فإن عدد الشحنات الكهربائية الموجبة يكون قد تعين بصفة مبدئية ، وهو نفس عدد الألكترونات .

وأثبت « طومسون » أن وزن الألكترون يساوى واحدا من ألفين من وزن ذرة الهيدروجين .

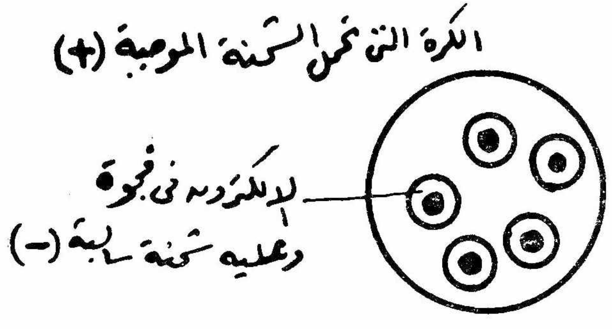
أما السؤال الثانى ، فقد استغرق وقتا غير قصير للإجابة عليه بما يتفق والتجارب العملية وقد أوضحوا أنه كى تحتفظ الذرة داخلها بشحنتين كهربائيتين مختلفتين ولا تتلاشيان ، فإنه لا بد من توافر شرطين أساسيين وهما :

١ — تواجد الألكترونات السالبة بجانب الشحنات الموجبة فى حالة مستقرة ، وعليه فقد يكون الألكترون بين شحنتين موجبتين تتجاذبانه، فلا يلتصق بأحدهما و تتلاشى شحنته ، ولكن عند الاضطراب يتذبذب بمكانه ليفسر أطياف المعادن المختلفة (كما سيبين بعد) .

٢ — تكون الألكترونات فى حالة سكون .

وقد أعلن « طومسون » عن احتمال وجود الشحنة الموجبة فى كرة مقفلة بالذرة موزعة توزيعا منتظما عليها ، وتتخللها

الألكترونات فى مواضع ثابتة بفعل قوى التجاذب عليها من جميع الجهات كما فى (شكل ٤) .



(شكل ٤)

الألكترون فى الحياة العملية

فتح استكشاف الألكترون مجالا واسعا فى الأبحاث العلمية والتطبيقية ، ومن الطبيعى أن يوجه العلماء اهتمامهم إلى هذا الجسيم الصغير ، إحدى مكونات الذرة منذ استكشافه وتعيينه ، ولقد عمت استخدامات الألكترون مختلف النواحى ، وشغل به العلماء إلى أن عرف باقى مكونات الذرة ـ وهى النواة ـ فانتقل الاهتمام إليها لأن وزن الذرة يتركز فيها ، وهى التى تمدنا بالطاقة الذرية فى الأغراض السلمية ، وفى الأغراض الحربية .

والقوة التي تربط الألكترون - الذى يحمل شحنة كهربائية سالبة - بباقى أجزاء الذرة التي تحمل شحنة كهربائية موجبة ، هى قوة الجذب الكهربائي .

فلو أعطى الألكترون طاقة تضاد هذه القوة وتكون أكبر منها ، فإنها تتغلب على قوة الجذب ، ويخرج الألكترون من الذرة ، حيث يوجه للغرض الذى يراد استخدامه فيه ، وهذه الطاقة قد تكون طاقة حرارية أو طاقة جذب تحت تأثير مجال كهربائى قوى أو طاقة ضوئية أو طاقة كامنة به أو غير ذلك .

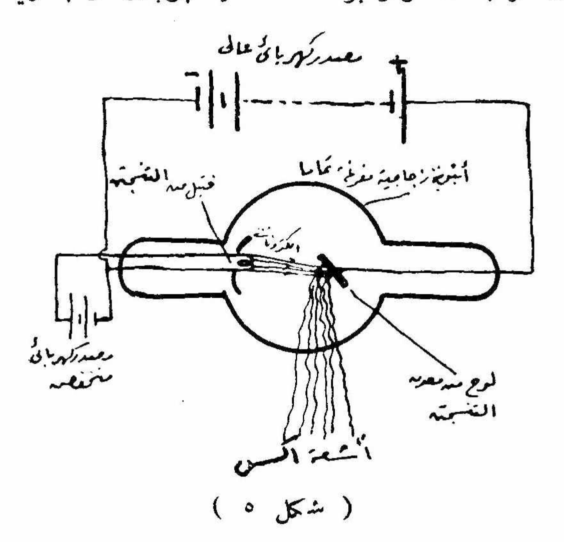
وبإيجاز وتبسيط أعرض قليلا من كثير من استخدام الألكترون .

الألكترون يجلو أشعة إكس :

فى عام ١٨٩٥ استكشف العالم الألمانى « رونتجن » أشعة اكس عندما كان يجرى تجاربه بمعمله على الألكترونات ، أو أشعة المهبط كما كانت تسمى من قبل ، فمصادفة تأثر لوح فوتوغرافى حساس موضوع بالقرب من تجربة كان يجريها على هذه الأشعة ، ولما كان من غير المعقول أن يتأثر اللوح الحساس وهو بعيد عن التجربة بأشعة المهبط ، فقد عزى هذا التأثير

إلى أشعة غير معروفة ، نتجت من اصطدام الألكترونات (أشعة المهبط) بمصعد الأنبوبة وسماها أشعة إكس وسميت باسمه أيضا .

ولا يخفى علينا فوائد أشعة اكس فى التشخيص والعلاج الطبي وفى الصناعة ، وأبسط صورة لأنبوبة أشعة اكس ما هو مبين بشكل (٥) ، فهى عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الغازات تفريغا تاما ، وبداخلها فتيل مصنوع من سلك رفيع يشبه فتيل مصباح الإضاءة الكهربائى (مهبط) ، ويسخن هذا الفتيل لدرجة الاحمرار بواسطة مصدر كهربائى ، أو بطارية ذات



(شكل ٥)

ضغط منخفض، فتنبعث منه الألكترونات على هيئة أشعة المهبط، وتنطلق سريعة نحو لوح من معدن كالتنجستن (مصعد) متصل بالطرف الموجب لمصدر كهربائى أو بطارية ذات ضغط عال يبلغ الآلاف فولت، والطرف السالب يتصل بالفتيل.

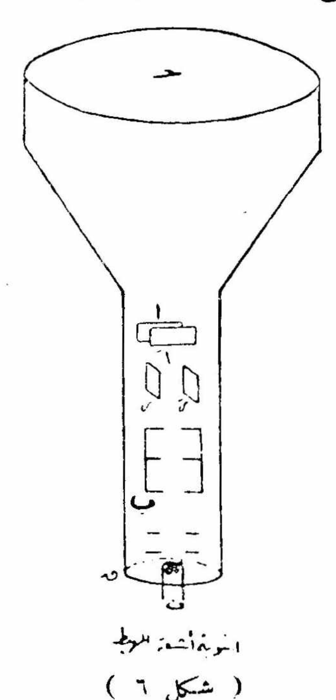
وعند خروج الألكترونات من الفتيل، وهى تحمل شحنات كهربائية سالبة، تنجذب بشدة نحو المصعد موجب التكهرب تحت تأثير فرق الجهد بين المصعد والمهبط، فتصطدم بالمصعد ويمتصها منتجا أشعة اكس، وهى كهرمغناطيسية كالضوء، ولكنها نفاذة، ولها من الخواص ما يجعلها تستخدم فى الطب تشخيصا وعلاجا على السواء.

ثانيا — الألكترونات فى أنبوبة أشعة المهبط:

وتستعمل هذه الأنبوبة فى الرادار والتليفزيون ويرى عليها صور المرئيات، وأنبوبة أشعة المهبط عبارة عن أنبوبة تتولد بها الألكترونات، وتنجذب بشدة نحو مصعد مثقوب، فتتركه وتؤثر على سطحها الذى يطلى بمادة وميضية، كالتى ذكرت سابقا (سليكات الزنك أو تنجستات الكالسيوم أو كبريتور الزنك) مظهرة اللون الأخضر أو الأزرق عند نقطة الاصطدام، وفيض

الألكترونات هذا نتحكم فيه ليؤدى مانشاء من أغراض .

وأهم استعمالاتها كما ذكرنا فى الرادار والتليفزيون، ففى التليفزيون ترسم لنا الصور المذاعة على سطح الأنبوبة ، بتحرك نقطة تصادم الأشعة (الألكترونات) على السطح من جهة إلى الجهة الأخرى ، ومن أعلى السطح إلى أسفله فى زمن قصير جدا ، فيضىء السطح



انبوبة أشعة المهبط

(شكل ٦)

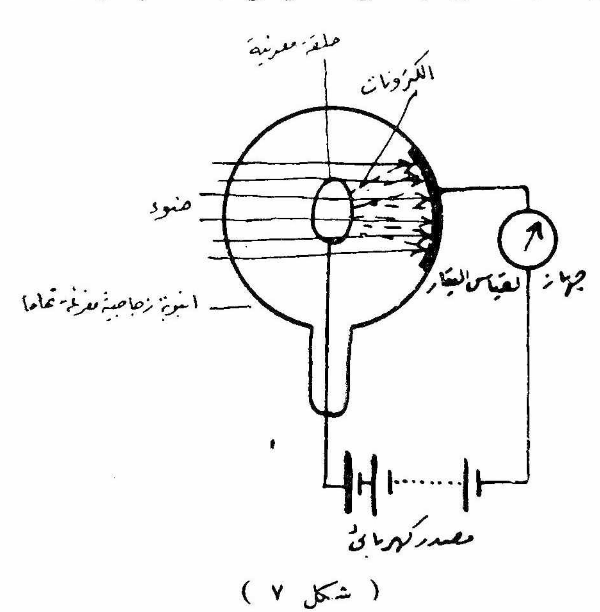
إضاءات تناظر مناطق الصور المذاعة ، وتظهر الصور متكاملة مضيئة عليه ، وشكل (٦) يبين لنا تركيب الأنبوبة المذكورة ، فهى تشبه البوق فى شكلها ، وتتولد الألكترونات فى قاعدتها ق بواسطة فتيل حرارى ف ، وتنطلق سريعة بفعل لوح ب ، ذى جهد عال يبلغ حوالى الثلاثة آلاف فولت ، فتمر بين لوحين رأسيين ر ، رَ ، وآخرين أفقيين متوازيين ا ، اَ ، وتصل إلى وجهها خ المصنوع من المادة الكيميائية السابقة ، فتظهر أشعة المهبط على هيئة نقطة مضيئة فى منتصفها ؛ ولتلك الأنبوبة ضابطان يتحكمان فى موضع تلك النقطة على وجه الأنبوبة ؛ فنغير موقع النقطة كيفما نشاء ، ثم يوضع على اللوحين الرأسيين فيها جهدان كهربائيان يعملان فى اتجاه واحد ، ويتزايد الجهد عليهما بتزايد الزمن ، فتجذب تلك النقطة إلى آخر الوجه بواسطتهما ، ثم تعود ثانية إلى وضعها الأول .

وعند استعمال هذه الأنبوبة فى الرادار ، يظهر على وجهها صور الطائرات ومواقعها ، وإذا وضع جهاز الرادار بسفينة ، أو طائرة ظهرت على وجهها صور الشواطىء والجبال والأجسام القريبة منها .

ثالثا – الألكترونات فى الخلية الضوئية .

وتستعمل فى أجهزة إذاعات التليفزيون، والأفلام السينمائية، وقياسات الإشعاعات الذرية وغيرها .

وتتكون الخلية الضوئية من أنبوبة زجاجية مفرغة من الغازات تفريغا تاما ، بداخلها حلقة معدنية ، وتسمى المصعد ، والمهبط عبارة عن طبقة من مادة يطلى بها الجانب المواجه للحلقة



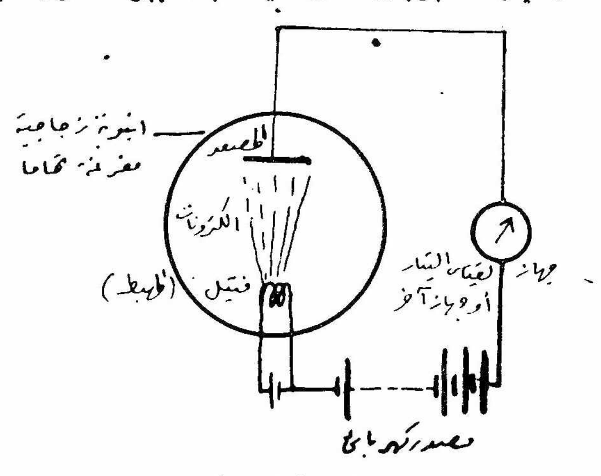
(شكل ٧)

كما فى شكل (٧) ، وهذه المادة غنية بالألكترونات ، ارتباطها بذراتها ضعيف ليسهل نزعها منها بالطاقة الضوئية .

من الشكل نجد أنه إذا سلط الضوء على هذه الخلية فإنه ينتزع الألكترونات من المهبط ، وتنطلق سريعة إلى المصعد ، فيمر التيار من الطرف الموجب للمصدر الكهربائى إلى المصعد ، ثم فى الأنبوبة إلى المهبط إلى الطرف السالب للمصدر الكهربائى .

وهذا التيار الذى سببه الضوء الساقط على المهبط يستعمل فى الأغراض التى أشرنا إليها .

والتيار الكهربائى الذى نقيسه بالأجهزة المعروفة يسير



(شكل ٨)

فى اتجاه مضاد لاتجاه سير الألكترونات فى الأنبوبة الزجاجية.

الألكترونات فى الصمامات الكهربائية.

كلنا يعرف الصمامات الكهربائية التى نستعملها فى أجهزة الاستقبال اللاسلكى (الراديو)، وشكل (٨) يبين الصمام الكهربائى فى أبسط صوره، وهو لا يختلف عما سبق من أجهزة الألكترونات، إذ يتكون من أنبوبة زجاجية أو معدنية مفرغة تفريغا تاما، بها مصدر للألكترونات على هيئة فتيل حرارى، أو طبقة غنية بالألكترونات تنبعث منها بالحرارة، فتنطلق سريعة تحت تأثير الجهد العالى المتصل بالمصعد لتكمل الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل، ومن التحكم فى الألكترونات المنبعثة أمكن استخدام الصمامات فى معظم الأجهزة التى نستعملها كأجهزة الاستقبال (الراديو)، وأجهزة الإرسال (اللاسلكى)، وأجهزة قياس الإشعاعات الذرية، والأجهزة الحاسبة، والعقول الألكترونية، والمعجلات الذرية، والميكروسكوب الألكترونى الذى يبلغ تكبيره مائة مرة قدر تكبير أقوى ميكروسكوب ضوئى معروف.

وهكذا تتنوع استخدامات الألكترونات إحدى مركبات الذرة.

البروتون

بعد هذه الجهود التي بذلها «طومسون» وكان لها آثارها في المجال الذرى جاء العالم الإنجيزى «رثرفورد» وصحبه «فتولوا» موضوع تركيب الذرة ونواتها بعناية ودراسة مستفيضة حتى استكشف ما يسمي « بالبروتون » فى نواتها ، وبعد أن استكشف العالم الفرنسى « هنرى بكرل » و « آل كورى » الإشعاعات الذرية ، بدأ « رثرفورد » تجاربه على أشعة ألفا المنبعثة من المواد المشعة ، ومن تشتت تلك الأشعة عند حواجز رقيقة جدا من المعادن أمكنه استنتاج : أن للذرات التى اعترضت مسار أشعة ألفا نوى تحمل شحنات موجبة التكهرب ، وهنا فكر فى وضع نموذج للذرة سمى باسمه .

ذرة رثرفورد :

وضع «رثرفورد» نموذجا للذرة يعتبر نقطة الابتداء للآراء الحديثة لتركيب الذرة .

افترض أنه بدلا من توزيع الشحنة توزيعا منتظما على كرة اعتبرها «طومسون» النواة فإنها تتركز فى منطقة غاية فى الصغر ، قطرها أقل من مليون مليون من السنتيمتر ، وسميت هذه المنطقة

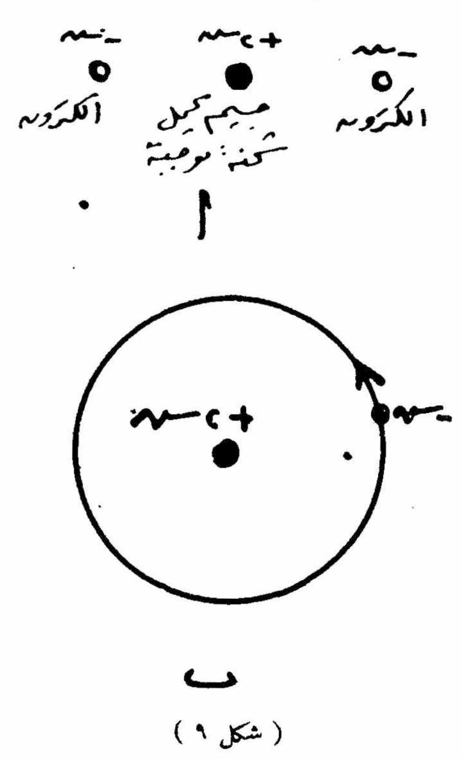
فيما بعد « بالنواة » ، ويحيط بهذه النواة الألكترونات فى ترتيب ما يحقق نتائج التجارب العملية .

وقد عززت نتائج « رثرفورد » هذا الافتراض،وأمكن الأخذ به،وإعلانه كصورة لتركيب الذرة وقتئذ ، وقد وجد الباحثون أن نوى بعض العناصر تحمل شحنة كهربائية مقدارها يساوى نصف الوزن الذرى ، أى أن نصف النواة يحمل شحنات موجبة،و نصفها الآخر لايحمل شحنات ، ماعدا ذرة الهيدروجين فنواتها تحمل وحدة شحنة كهربائية موجبة .

وكان من أهم الصعوبات التى تعترض أى نموذج للذرة هى وجود الألكترون سالب التكهرب بجانب النواة موجبة التكهرب دون انجذابهما ، والتصاقهما وتلاشى شحنتيهما مما يتعذر معه إخراج الألكترون من الذرة ، فلا تستقر الذرة إذا كانت القوى المؤثرة على مكوناتها هى قوى الجذب الكهربائى وحدها .

فمثلا لو اعتبرنا شكل (١٩) يمثل نواة لذرة تحمل شحنتين على جانبيها ألكترونان يحمل كل منهما شحنة واحدة،فمن قوانين تجاذب الشحنات نجد أن قوة الجذب بين الألكترون الأول ، والنواة أكبر من قوة التنافر بينه وبين الألكترون الثانى،ومعنى

هذا أن ينجذب الألكترون للنواة ويلتصق بها ، وتصبح جسيما واحدا متعادل التكهرب ، أى لا يحمل أية شحنة كهربائية ،



(شكل ٩)

ولهذا لا يمكن أن تكون الصورة فى شكل (١٩) نموذجا لتركيب الذرة .

أما إذا اعتبرنا أن الألكترون يدور حول النواة ، كما تدور الأرض حول الشمس ، شكل (٩ ب) فإن الألكترون يكون واقعا تحت تأثير قوتين متضادتين هما : قوة الجذب بين الألكترون سالب التكهرب والنواة موجبة التكهرب وتعمل على الألكترون فى اتجاه مركز الدائرة حيث يتركز مركز الجذب ، وقوة الطرد المركزية التى تؤثر عليه إلى الخارج فى اتجاه نصف القطر الواصل من النواة إلى الألكترون ، وعندما تتعادل هاتان القوتان، فإن الألكترون يدور حول النواة فى مدار ثابت ويظل به مالم تؤثر عليه عوامل خارجية، أو ينتقل من مدار إلى مدار .

نظرية « بوهر » عن ذرة الهيدروجين :

وفى عام ١٩١٣ أعلن العالم الدانمركى « نيلز بوهر » فكرته عن تركيب الذرة ووضع نظرية لذرة الهيدروجين ووضع بعض الافتراضات واستعان بأفكار العالمين « رثرفورد » ، « بلانك » وقد نجح فى وضع علاقة رياضية للطيف المنبعث منها حققتها التجارب العملية .

وبعد أن اتخذ نموذج « رثرفورد » المبين بشكل (٩ ب) نموذجا لذرته أثبت فكرته الآتية :

« تتكون الذرة من نواة ، يدور حولها الألكترونات

فى مدارات بيضاوية أو دائرية، كما تدور الكواكب حول الشمس وبالنواة جسيمات ثقيلة يحمل بعضها شحنات كهربائية موجبة تساوى عدد الألكترونات التى تدور حولها ، والألكترونات مرتبة بنظام خاص على هيئة طبقات أو مدارات متعاقبة على أبعاد ثابتة من النواة ، وبكل طبقة أو مدار عدد معلوم من الألكترونات لا يزيد ولا ينقص إلا بعامل من عوامل الطاقة . »

وقد سميت تلك الجسيمات التى تحمل الشحنات الموجبة بالبروتونات .

ووزن مليون مليون بروتون يساوى ٦٧و١ من مليون مليون من الجرام .

النيوترون

فى أواخر عام ١٩٣٠ لاحظ « بوث » ، « بيكر » أنه عند قذف صفائح رقيقة من المعادن الخفيفة بأشعة ألفا المنبعثة من البولونيوم ، فإنه ينبعث منها أشعة نفاذة جدا ، وفى عام ١٩٣٢ درس « مدام جوليوكورى » وزوجها « جوليوكورى » الفرنسى خواص نفاذية هذه الأشعة ، ولم يقطعا برأى فى طبيعة الأشعة المنبعثة ولا نوعها إلى أن أعلن « شادويك » الإنجليزى

فى نفس السنة أن الأشعة الجديدة نوع جديد من الجسيمات موجودة بنواة الذرة لا تحمل أية شحنات، ووزن الواحد منها يساوى وزن البروتون، وسمى هذا الجسيم «بالنيوترون»

وبذلك اكتمل تركيب الذرة المعروف حتى اليوم.

ومن النواة تنبع مصادر الطاقة الذرية التى نسخرها فى السلم، وفى الحرب على السواء.

فمن النواة تنبعث الإشعاعات الذرية المتنوعة التى عمت استخداماتها ميادين العلم والطب والزراعة والصناعة، ومنها تنبعث النيوترونات التى تسلط على ذرات العناصر الخاملة المستقرة فتحولها إلى عناصر مشعة من نفس النوع، وتسمى بالنظائر المشعة فتشع الإشعاعات الذرية، ولو قذفت ذرات العناصر الثقيلة كاليورانيوم والبلوتونيوم بفيض من النيوترونات فإن ذراتها تنشطر انشطارا نوويا منتجة طاقة كبرى تستخدم للسلم فى المفاعلات الذرية، وللحرب فى القنابل الذرية وكبسولة للقنابل الهيدروجينية.

وبقذف بعض ذرات العناصر بالنيوترونات تتحول إلى عناصر أخرى، أى بها تتحول المعادن إلى بعضها البعض.

وقد تندمج نواتان من نوى الهيدروجين الثقيل فتحدث

اكبر طاقة عرفت للبشرية حتى الآن، ألا وهى الطاقة النووية التى كثيرا ما نسمع عنها فى شكل القنابل الهيدروجينية .

* * *

جسيمات أخرى :

وبعد الألكترون والبروتون والنيوترون، استكشفت جسيمات أخرى تخلقها الأشعة الكونية ، كالنيوترينو الذى لا وزن له ولا يحمل شحنة كهربية ، ولكن يفترض العلماء وجوده لتفسير النتائج العلمية ، والميزون ووزنه ٢١٠ مرة وزن الألكترون، ويحمل شحنة كهربائية سالبة أو موجبة، وعمره ٢ من مليون من الثانية ، يتحول بعدها إلى الكترون ونيوترينوين ، وغيرها من الجسيمات الأولية مما لا أريد التعرض لها فى هذا الكتاب .

(٢)

تركيب الذرّة

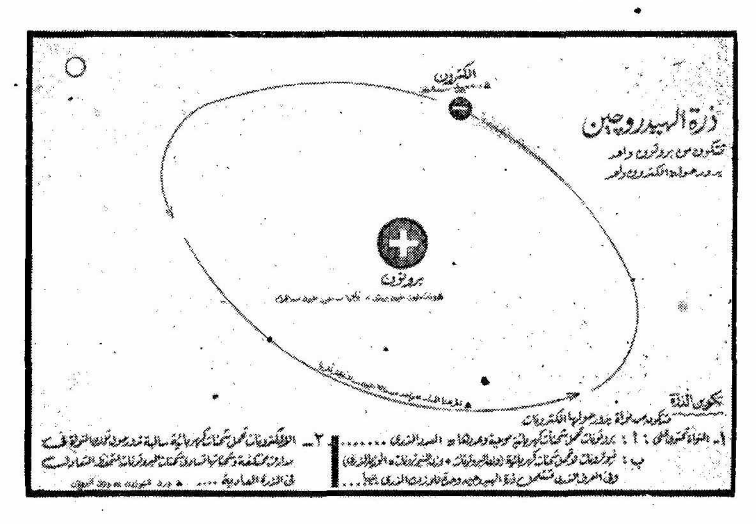
النموذج الذرى :

أصبح النموذج المعروف للذرة عبارة عن نواة تحتوى على البروتونات والنيوترونات، تربطها بعضها ببعض قوى كبيرة تسمى بالقوى النووية، وتحيط بالنواة مناطق تسبح فيها الألكترونات التى تدور حول النواة فى مدارات ثابتة، لاتتعداها إلا لطارئ، ويشبه هذا النموذج الشمس،تدور حولها الكواكب. ونواة الذرة موجبة الشحنة،والألكترونات المحيطة بها سالبة الشحنة، والذرة فى مجموعها متعادلة الشحنة؛ أى أن مجموع الشحنات السالبة بها يساوى مجموع الشحنات الموجبة.

وأبسط أنواع الذرات هى: ذرة الهيدروجين التى تحتوى على بروتون واحد، يدور حوله الكترون واحد، وتلى هذه الذرة ذرة الهليوم، وتحتوى على الكترونين، يدوران حول نواة تحتوى على بروتونين ونيوترونين، ولما كان تواجد بروتونين موجبي الشحنة فى حيز صغير كالنواة ينتج عنه تنافرهما، فإن

وجود النيوترونات يحل هذه الصعوبة،حيث تنشأ عن وجودها قوى رابطة بينها وبين البروتونات فى النواة تجعل انفصالها عسيرا .

وشكل (١٠) يبين نموذجين لذرتى الهيدروجين والكربون .

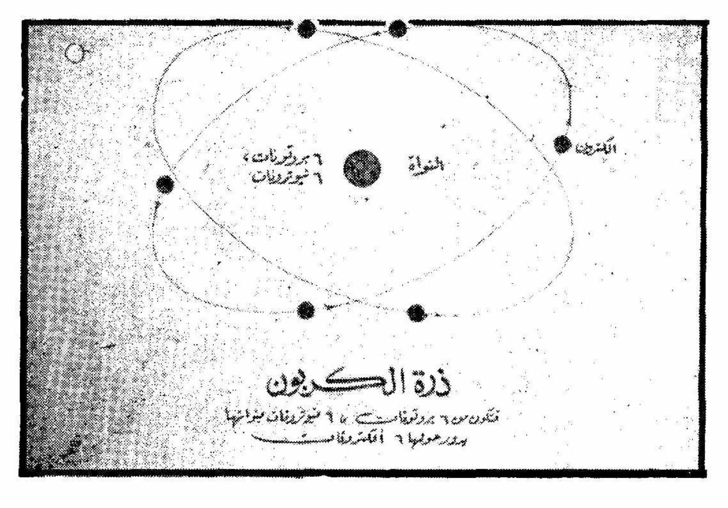


(شكل ١٠ أ)

جدول العناصر :

وترتب العناصر الأولية فى جدول بحسب عدد البروتونات التى تحتويها (يساوى عدد الألكترونات) وتبدأ بالهيدروجين ثم الهليوم ثم الليثيوم وبعده البريليوم ... وهكذا حتى ينتهى بالفرميوم (١) .

(١) انظر جدول العناصر باخر الكتاب .



(شكل ١٠ ب)

العدد الذرى :

ويسمى عدد البروتونات أو عدد الألكترونات فى الذرة بالعدد الذرى ، وعلى وجه التقريب تحتوى نواة الذرة على عدد من النيوترونات مساو لعدد البروتونات ، فيما عدا الهيدروجين ؛ فمثلا :

تحتوى ذرة الهليوم على ٢ بروتون و ٢ نيوترون
» » الليثيوم » ٣ » و ٤ »
» » البريليوم » ٤ » و ٥ »

وقرب نهاية الجدول يأتى اليورانيوم ، ويحتوى على ٩٢ بروتون و ١٤٦ نيوترون .

الوزن الذرى :

ويدل مجموع أوزان البروتونات والنيوترونات فى الذرة على الوزن الذرى ، فالوزن الذرى لليورانيوم مثلا ٢٣٨، وللهليوم ٤ ، وأما وزن الألكترونات فصغير بحيث يمكن إهماله ، إذ لا يزن الألكترون أكثر من $\frac{١}{١٨٤٠}$ من وزن البروتون؛ وبذا يتضح أن وزن الذرة مركز فى حجم صغير جدا بالنسبة لحجم الذرة .

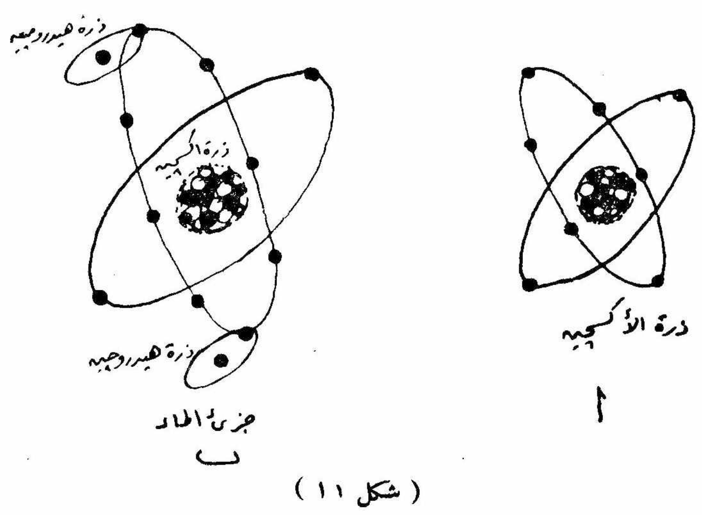
وليس من شك فى أن النواة هى التى تحدد صفات الذرة ، وتحول عنصر إلى آخر هو تغير النواة نفسها ، فالتغير الذى يحدث فى ذرة اليورانيوم (وهى وقود القنبلة الذرية) بشطرها إلى ذرتين يصاحبهما ذلك الانفجار الهائل المروع ، إن هو إلا تغيير فى النواة نفسها ، وانقسام لها ، كما سنفصل ذلك فيما بعد فى الانشطار النووى .

وتسبح الألكترونات حول النواة على هيئة طبقات ، تتشبع كل طبقة منها بعدد معين من الألكترونات لا تتسع لأكثر منه ، فالطبقة الأولى الأقرب إلى النواة لا تتسع لأكثر من الكترونين ،

والطبقة التى تليها يشبعها ٨ الكترونات ، وعندما تتشبع الطبقات الداخلية بالألكترونات ، يبقى العدد الزائد على التشبع فى الطبقة الخارجية ، وهذه الألكترونات الخارجية هى التى يعاد ترتيبها عند التفاعل الكيماوى، وشكل (١١ ا) يبين ذرة الأكسجين ، وشكل (١١ ب) يبين جزىء الماء بعد تكوينه من ذرة الاكسجين،وذرتين من الهيدروجين .

التفاعلات الكيمائية :

يتحكم فى التفاعلات الكيماوية عدد الألكترونات فى القشرة



(شكل ١١)

الخارجية للذرة ، فذرات العناصر التى تمتلىء قشرتها الخارجية بالالكترونات ، لا تميل إلى الاتحاد بغيرها من ذرات العناصر الأخرى ، أما ذرات العناصر التى تحتوى قشرتها الخارجية على الكترونات أقل مما تمتلىء به، فإنها تتلمس الكترونات فى ذرة يوجد بقشرتها الخارجية الكترون واحد، أو الكترونين من ذرتين فتتحد ذرتا العنصرين ، ويقال : إن تفاعلا كيميائيا قد تم بين العنصرين ، كما فى حالة جزىء الماء المبينة بشكل (١١ ب) .

حجم المادة فى الذرة نفسها :

إن حجم مادة الذرة نفسها صغير جدا بالنسبة للحجم الكلى للذرة ؛ لوجود فراغ بين النواة والالكترونات ، إذ النسبة بين قطر النواة وقطر الطبقة الأولى لمدارات الالكترونات ١ : ١٠٠٠٠ تقريبا ، ومعنى ذلك أن مثل النواة فى الذرة مثل حبة رمل فى ميدان فسيح ، ولذا فكثافة النواة نفسها كبيرة جدا رغم أنها تحتل جزءا صغيرا من الذرة .

ومن الدراسات والأبحاث الذرية العديدة ، أمكن الوصول إلى الحقائق الآتية :

— قطر الذرة واحد من مائة مليون من السنتيمتر .

— قطر النواة واحد من مليون مليون من السنتيمتر .

— وزن مليون مليون بروتون يساوى ١٫٦ من مليون مليون من الجرام .

— وزن البروتون يساوى تقريبا وزن النيوترون .

— وزن الألكترون يساوى واحد من ١٨٤٠ من وزن البروتون .

— شحنة الألكترون تساوى ٤٫٨ من عشرة آلاف مليون من الوحدة الكهربية الاستاتيكية السالبة .

— شحنة البروتون تساوى ٤٫٨ من عشرة آلاف مليون من الوحدة الكهربية الاستاتيكية الموجبة .

(٣)

الطاقة ..

إذا تحرك الإنسان مسافة معينة ، فقد انفق طاقة ، وبذل جهدا .

والمفرقعات والقنبلة الذرية صور من صور الطاقة المخزونة التى تنطلق بسرعة فائقة ، وفى لحظة وجيزة ، وقوى التجاذب والتنافر تسبب طاقة مخزونة تنطلق عند الإرادة ، كما هو الحال فى الجاذبيةالأرضية ، فكل الأجسام تنجذب نحو مركز الأرض، وإذا بقينا فى سكون فإننا لا نبذل جهداً إلا إذا تحركنا و بعدنا عن مركز الأرض ، فإذا ارتقى الإنسان درجات سلم فإنه يبذل شغلا ضد قوة الجاذبية ، ويكتسب طاقة يمكنه إثباتها عمليا إذا استطاع أن يربط نفسه فى حبل ملفوف حول بكرة ، ويدع نفسه يهبط ،فيجد أنه من الممكن رفع أثقال مربوطة فى الطرف الآخر للحبل ، فى هذه الحالة تحولت طاقته التى اكتسبها بالصعود إلى شغل كاف لرفع تلك الأثقال .

* * *

ويمكن خزن الطاقة فى صور شتى ، كما يمكن التحكم فى

استعمالها عند الاحتياج إليها ، فالشغل الميكانيكى يمكن تحويله إلى حرارة ، كما يحدث عند ما يشعر الإنسان ببرودة فى صبيحة يوم من أيام الشتاء الباردة فيدلك يديه ببعضها مولدا حرارة بتأثير الاحتكاك الذى هو صورة من صور الشغل ، وتستعمل الطاقة فى تحريك مولد كهربائى فتظهر على هيئة كهرباء ، ومهما كانت صور الطاقة فإن لدينا حقيقة واضحة وهى : «لا يمكن لشىء أن يبذل شغلا إلا إذا كان يخزن طاقة» ، فالسلك الحلزونى المضغوط، والبطاريات الكهربائية، وقطعة الفحم والخشب تحوى طاقة وتختزنها ، عند إطلاقها تستعمل فى تحريك سيارة أو إدارة آلة ، وزيادة على ذلك فإن الطاقة لا تفنى ، ولو أنها ظاهرة فى صورة من الصور ومختفية فى صورة أخرى ، إذ من السهل أن تجد شبه عصاة ملقاة على الأرض، ولكن عند استعمالها يتضح أنها ملآى بالمفرقعات فتنفجر مظهرة ما خفى منها من طاقة .

وتقاس الطاقة بمقدار الشغل الذى تقوم به ؛ ولذلك مقاييس عدة : فكما للأطوال وحدة هى السنتيمتر والبوصة ، عرفتا بالمقارنة بطول محيط الكرة الأرضية وطول الإنسان العادى ، فإنه يمكن وضع وحدة للشغل وهى : الشغل اللازم لرفع رطل

واحد مسافة قدرها قدم واحد، أو تسخين جالون من الماء درجة واحدة مئوية، ومهما اختلف التعريفان فهما يعبران عن الطاقة، وفى وقتنا هذا (عصر الكهرباء) لما كانت الكهرباء من الأمور الحيوية وضعت لها وحدة هى «الكيلوات . ساعة»، وهى الوحدة التى بها يحسب استهلاكنا للكهرباء، سواء للإنارة، أو المدافىء الكهربائية، أو الثلاجات، أو فى المصنع لإدارة الآلات .

الطاقة فى الذرة :

إذا حاولنا كسر قطعة خشبية أو قطعة ثلج مثلا فإننا نبذل شغلا من شأنه أن يبعد الذرات عن بعضها فتحدث عملية الكسر، وكذلك فى عملية الانصهار تلزم طاقة لتبعد الذرات عن بعضها البعض، والطاقة اللازمة لتحويل رطل من الثلج إلى ماء فى درجة الصفر المئوى هى ٠٫٠٤ (أربعة من مائة) كيلووات ساعة، وقوى الذرات المختلفة المكونة لجسم متماسكة وبعيدة عن بعضها البعض، ومع ذلك لا يسهل النفاذ إلى داخل الذرة، إذ أن قوى التماسك بين سحب الألكترونات والنواة تعمل كحاجز لا يسمح بالنفاذ، ففى حالة ذوبان الثلج لا يتغير شكل

الذرة، وكل مايجرى هو انفصال ذرة عن ذرة، او انفصال جزىء عن جزىء؛ وكى يحدث تغيير فى ترتيب الألكترونات حول النواة تلزم لذلك طاقة أكبر، وتكون النتيجة أن يتغير التأثير الكيميائى لتلك الذرة، فمثلا فى التفاعل الكيميائى الذى ينتج عنه ماء بتفاعل ذرتين من الهيدروجين مع ذرة الأكسجين، لابد من طاقة لحدوث التفاعل، وتنتج بمرور شرارة كهربائية فى ذرات المخلوط المتكون من الغازين، وعمل الشرارة يشابه تماما عمل « الكبسولة » فى حالة القذائف، فالكبسولة تحدث أول طاقة تنطلق بها القذيفة، وكذلك الحال فى إطلاق الطاقة من ذرة اليورانيوم .

ونفاذ الطاقة التى يستعملها الإنسان فى مرافقه يتوقف على كيفية الحصول عليها، وتخزينها، والتحكم فى استعمالها لشتى الأغراض، فالفحم الذى يتكون بخزن طاقة الشمس فى بعض النباتات فى العصور الجيولوجية القديمة نجده مدفونا فى باطن الأرض، وللحصول عليه من مناجمه نبذل شغلا لرفعه إلى السطح، ولكن هذا الشغل ضئيل بالنسبة للطاقة المستفادة منه، وكى نحصل على الطاقة المخزنة فيه نضعه فى الجو ليتصل بأكسجينه، ثم نبدأ بإطلاق تلك الطاقة بعملية الإشعال البسيطة كما هو

معروف ، فتتحد ذرات الكربون مع جزئيات الأكسجين بفعل الإنسان وعند الطلب .

انتقال الالكترون بين المدارات المختلفة تصحبه طاقة :

فالألكترون بدورانه حول نواة الذرة ، يعيش فى مستوى طاقة معينة ، فإذا زيدت طاقته — ولذلك طرق عدة كالتسخين مثلا — فإنه يبتعد عن النواة حتى ينفصل منها وينطلق حراً فريداً ، ولو حدث فى تفاعل كيميائى أن انتقل الالكترون من مدار إلى مدار ذى مستوى طاقة أقل ، فإنه يتخلص من جزء من طاقته يساوى الفرق بين الطاقتين ، وتظهر فى شكل حرارة ، وهذا يشبه القوس إذا شد وترك ، فإنه يقذف السهم بعيداً مدللا على وجود طاقة خفية فى القوس المشدود ، وإذا حدث فى تفاعل كيميائى ما ترتيب فى الإلكترونات أطلقت طاقة كافية لقذف الذرات بعيداً ، أو تسخينها لدرجة حرارة مرتفعة .

والضوء صورة أخرى من صور الطاقة المألوفة ، فالمفرقعات مثلا تحدث صوتا وضوءاً أيضاً ؛ ومعنى ذلك أن الطاقة المتولدة من التفاعل الكيميائى للمفرقعات تحولت إلى تدمير وصوت

وضوء ، فالضوء ، والأمواج اللاسلكية التى ترسلها محطات الإذاعة فتؤثر فى أجهزة الاستقبال ، والأشعة القصيرة كأشعة إكس وأشعة جاما إن هى إلا صور أخرى من الطاقة ، وتسمى « بالأمواج الكهرمغنطيسية » ، وتختلف عن بعضها البعض فى طول الموجة وطاقتها ، فكلما نقص طول الموجة ازدادت طاقتها.

وكلما تعمقنا داخل الذرة حصلنا على طاقة أكبر ، فلو تحطمت ذرات معادن خاصة بالنيوترونات ، نتجت طاقة غاية فى العظم والهول على هيئة قنبلة ذرية .

(٤)
النشاط الإشعاعى

استكشاف النشاط الاشعاعى .

في سنة ١٨٩٦ أجرى «هنرى بكريل» تجربة ، قلبت الأبحاث الذرية رأسا على عقب ، جعلت فى الإمكان استخدام الطاقة الذرية الآن ، فبينما كان العلماء فى ذلك الوقت مشغولين بأشعة إكس — وقد عرفت قبل ذلك التاريخ بعام واحد — والجهود مبذولة لدراستها ومعرفة مصدرها ، أعلن « بكريل » أن أشعة إكس أو أية أشعة مماثلة ممكن أن تشع من معادن أرضية بعد تعرضها مدة لأشعة الشمس ؛ ولإثبات ذلك عرض مواد مختلفة لأشعة الشمس ، ثم درس تأثيرها على الألواح الفوتوغرافية ، وكم كانت دهشته عندما اكتشف بطريق الصدفة أن بعض المعادن تؤثر على الألواح الفوتوغرافية تأثيرات تشابه تأثير أشعة إكس عليها ، ولو أنها لم تعرض لأشعة الشمس ، كما تنفذ فى طبقة سميكة من مادة لا تسمح بمرور الضوء ، هـذه المواد كانت إحدى مركبات اليورانيوم . واستنتج أن هناك أشعة نفاذة غير منظورة تشابه أشعة إكس ، تنبعث من معدن اليورانيوم

وقد سميت هذه الظاهرة الجديدة « بالنشاط الإشعاعى »

* * *

والخواص الإشعاعية لليورانيوم وغيره من المواد سرعان ما وجدت أنها نتيجة التغيرات السريعة داخل الذرة ، وكل المحاولات التى بذلت لإيقاف تلك التغيرات بالطرق الطبيعية المعروفة كتأثير الحرارة والبرودة والتفاعلات الكيمائية لم تنجح ولم تحد من قوة نشاطها الإشعاعى ، وكما نعرف لا يتعدى تأثير تلك المحاولات سحب الألكترونات الخارجية التى تحيط بالنواة ؛ ولذلك استنتج على الفور — أن النشاط الإشعاعى لابد وأنه تغيرات سريعة غاية فى السرعة تجرى فى مركز الذرة ، وتستمر هكذا حتى تنتهى المادة المشعة ، وتتحول إلى أخرى خاملة .

وعلى ضوء هذه الحقائق تابع « مارى » « وبيير كورى » أبحاثهما جريا وراء استكشاف مواد مشعة جديدة ، ولا يقل ما قام به « آل كورى » أهمية عن القنبلة الذرية الآن ، فقد ابتدأ بخمسة أطنان من «البتشبلند» وهو من المواد الخام الغنية باليورانيوم ، وحصلا على كمية ضئيلة من المادة الباحثين عنها ، وأهم عنصر حصل عليه « آل كورى » هو الراديوم» المعروف بشدة نشاطه الإشعاعى .

الإشعاعات الذرية :

تنشأ الإشعاعات الذرية من اضطراب نواة ذرة المادة المشعة ، والإشعاع نوعان :

(ا) نوع جسيمى على هيئة جسيمات غاية فى الصغر ، لا ترى بالعين ولا بأكبر مجهر ، تجرى سريعة منبعثة من نوى الذرات ، ويمثل هذا النوع الجسيمى : الإشعاع الألفى (أشعة ألفا) والإشعاع البائى (أشعة بيتا) .

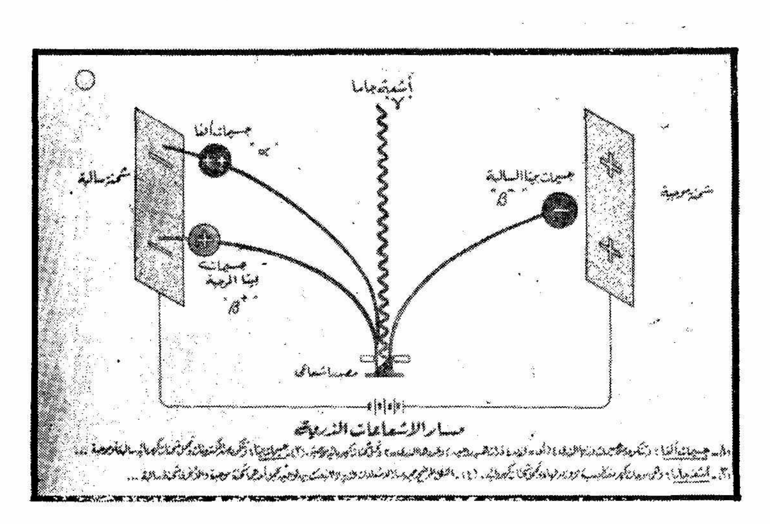
(ب) نوع موجى تشبه موجاته موجات الضوء والكهرباء ، وتصدر من نوى الذرات أيضا ، ويمثل هذا النوع : الإشعاع الجيمى (أشعة جاما) وهى تشبه أشعة إكس .

١ — أشعة ألفا : وهى عبارة عن جسيمات تحتوى كل منها على بروتونين ونيوترونين ، وتحمل شحنة كهربائية موجبة قدرها ضعف شحنة البروتون الموجبة ، وبانبعاثها تتحول النواة إلى نواة ذرة أخرى أقل منها فى العدد الذرى .

٢ — أشعة بيتا : وهى عبارة عن الكترونات تكونت بالنواة ، نتيجة لتحلل النيوترون إلى بروتون والكترون ، فيبقى البروتون ، بالنواة ويحولها إلى نواة ذرة أخرى أكبر منها

فى العدد الذرى،ويتطاير الألكترون ويسمى أشعة بيتا ؛ ولذلك فهى سالبة التكهرب،ولا تختلف عن أشعة المهبط سوى أنها ذات طاقة عالية .

٣ — أشعة جاما : وهى أشعة كهرمغناطيسية كالضوء وأشعة إكس ، وتصاحب أشعة ألفا أو بيتا إذا لم يتحقق للنواة الاستقرار . وكما فى شكل (١٢) إذا وضع مصدر مشع بين لوحين متصلين بطرفى بطارية كهربائية ، فإن الجسيمات البائية سالبة



(شكل ١٢)

التكهرب تنجذب إلى اللوح المتصل بالطرف الموجب للبطارية ، وجسيمات ألفا موجبة التكهرب ، تنجذب إلى اللوح المتصل بالطرف السالب للبطارية ، وأشعة جاما لا تنجذب إلى أى من اللوحين ؛ لأنها لا تحمل شحنة كهربائية ولا وزن لها .

مصدر النشاط الإشعاعي :

فى سنة ١٩٠٢ عزز « رثرفورد » و « سودى » النظرية القائلة : بأن النشاط الإشعاعى يتسبب عن تحطيم الذرات ، وكان ذلك نتيجة أبحاث أجريت على طبيعة الإشعاع المنبعث من المواد المشعة ، ففى حالة الراديوم وجد أن جسيمات ألفا تنبعث منه ، وهى جسيمات مشابهة تماما لنواة ذرة الهليوم ، إذ تتحطم ذرات الراديوم واحدة تلو الأخرى ،مشعة من داخلها جسيمات ألفا ، وكذلك ينبعث جزء من طاقة الراديوم المشع على هيئة أشعة جاما التى قلنا : إنها أشعة كهرمغنطيسية كالضوء ولكنها أقوى منه بكثير .

وذرات الراديوم المتحطمة لا تحتفظ بخاصية عنصر الراديوم ، بل تتحول إلى مادة أخرى جديدة هى غاز الرادون .

تحول العناصر عند الإشعاع :

وقد ظهر التحول من عنصر الراديوم إلى غاز الرادون غريبا فى بادئ الأمر ، ولكن كان متوقعا حسب تركيب الذرة السابق ، فعندما تنفصل نواة الهليوم التى تتكون من « بروتونين » و « نيوترونين » من ذرة الراديوم ، تفقد الأخيرة شحنتين موجبتين ، فيترتب على هذا أن تفقد الكترونين كذلك من سحب الألكترونات الخارجية لتحتفظ بتعادلها الكهربى ، ولما كان العدد الذرى للراديوم ٨٨ فإن الذرة الجديدة تكون ذات عدد ذرى ٨٦ ؛ أى يحيط بها ٨٦ الكترونا ، وبالرجوع إلى جدول العناصر نجد أن الذرة الجديدة ذرة غاز الرادون .

من ذلك نجد أن لدينا عنصرا يتحول إلى عنصر آخر من تلقاء نفسه ؛ ولذا يفسر النشاط الإشعاعى : بأنه عملية تحول عنصر إلى آخر ، ينطلق أثناءها من داخل النواة جسيمات متناهية فى الصغر وبسرعة فائقة ، وبعد ملايين السنوات ستتحول كل المواد ذات النشاط الإشعاعى إلى رصاص ، وهو آخر مراحلها الخاملة .

كذلك إذا تحطمت ذرة الرادون ، فإنه سينطلق منها جسيمات

ألفا بسرعة تزيد على ٣٦ مليون ميلا / ساعة ، وتكون طاقة حركتها غاية فى الكبر ، وكل ذرة واحدة تتحطم ينتج عنها طاقة على هذا النمط أكبر من أية طاقة ناتجة من المفرقعات الكيمائية . فمقدار الطاقة الذرية الممكن الحصول عليها على هيئة جسيمات ألفا السريعة المنبعثة من جرام واحد من غاز الرادون تصل إلى ٨٠٠٠٠٠ كيلوات ساعة ، وهذه كافية لأن ترفع ٢٠ مليون سيارة من الأرض إلى سقف منزل .

– كل هذه الطاقة بل وأكبر منها بكثير لا يزال مدفونا فى باطن الأرض لتحتفظ بالحرارة العالية بها التى تظهر أحيانا على هيئة براكين ، والطاقة الذرية التى يمكن استخدامها هذه الأيام تعتمد على اليورانيوم ، وهو أسهل من الراديوم فى استخلاصه ، والوقت الذى تأخذه أية كمية من الراديوم ليتحول نصفها فقط إلى رادون ١٦٠٠ سنة ، وبعد ١٦٠٠ سنة أخرى يتحول نصف الباقى (أى ربع الكمية الأولى) وهكذا ، أما ذرات اليورانيوم التى تشبه الراديوم فى إشعاعها لجسيمات ألفا فإنها تتلاشى بمعدل أقل ، ويتحول نصف أية كمية منه فى ٤٥٠٠ مليون سنة ، وبجانب هذا توجد مواد مشعة أخرى تتلاشى سريعة فى جزء من مليون من الثانية وهذه المواد غير

المستقرة لا يمكن أن تبقى طويلا ، ولا توجد منفردة ، بل مع المادة طويلة العمر التى خلقتها وأوجدتها.

وعندما تبعث ذرات اليورانيوم بإشعاعاتها تتحول ذرة اليورانيوم إلى ذرة أخرى ، وهذه تتحطم أيضاً مكونة مادة مشعة ثالثة ، وهكذا تستمر عملية التحطيم وخلق مواد جديدة لا تقل عن ١٣ مادة مشعة حتى تصل إلى حالة استقرار - ويكون الرصاص هو المادة النهائية المستقرة . وزن نواة اليورانيوم ٢٣٨ ، وعندما تشع جسيمات ألفا ذات الوزن الذرى ٤ ، تتحول إلى ذرة وزنها ٢٣٤ ، وكلما حصل تغيير حصل نقص فى الوزن الذرى الجديد ، فاليورانيوم ينتهى برصاص يسمى رصاص اليورانيوم ، وزنه الذرى ٢٠٦

ومثل اليورانيوم توجد معادن أخرى ، كالاكتينيوم الذى ينتهى برصاص يسمى رصاص الاكتينيوم وزنه الذرى ٢٠٧

والثوريوم ينتهى برصاص يسمى رصاص الثوريوم وزنه الذرى ٢٠٨

وجميع التأثيرات الكيمائية لهذه الأنواع من الرصاص واحدة ، فهى تتحد فى العدد الذرى ، وتختلف فى الوزن الذرى ؛ ولذا فهى تسمى « نظائر » ، وتوجد الآن نظائر لعدد وفير من جميع العناصر .

والماء الثقيل احد النظائر المألوفة ،فهو كالماء العادى، يتكون من جزيئات، كل جزىء يتكون من ذرتين من الهيدروجين وذرة من الأكسجين ، ولكن الاختلاف في وزن ذرة الهيدروجين فهى تزن فى الماء الثقيل ٢ ، وتزن فى الماء العادى ١ .

تجربة « رثرفورد » المشهورة :

يظهر جليا مما سبق أن النشاط الإشعاعى إن هو إلا حصول على طاقة بطريق طبيعى بواسطة قذف جسيمات وإشعاع من ذرات غير مستقرة (مضطربة) ، إذن فهى عملية هدم لا بناء ، وهنا ينشأ السؤال الآتى :

ماذا يحدث لو قذفت نواة الذرة بجسيمات نشيطة . . ؟ وهل من الممكن تحويل عنصر إلى عنصر آخر أثقل منه بفعل طاقة ذرية كبيرة . . ؟

وللإجابة على هـذا السؤال أجرى « رثرفورد » فى سنة ١٩١٩ تجربته الشهيرة الناجحة عن تحويل عنصر إلى عنصر آخر ، فقد قذف ذرات الآزوت بجسيمات ألفا المنبعثة من الراديوم، فتحول قليل من نوى الآزوت إلى نوى الأكسجين ، ثم تبعه معظم علماء العالم فى دراسة تحويل المعدن إلى معدن آخر، وطرق

الحصول على جسيمات تنفذ إلى داخل الذرة لتحطيمها ، وكان أول مولد لتلك القذائف هو الذى أنشئ فى معامل « كافندش » « بكمبردج » ، حيث أجرى « كوكروفت » و « والتون » سنة ١٩٣٢ أول تجربة لتحويل الليثيوم والبورون إلى مواد أخرى ، فقد قذفا نواة الليثيوم ببروتونات سريعة ، فتحطمت ذرات الليثيوم ، وتحولت إلى ذرات الهليوم ، ونتجت مع ذرات الهليوم المتكونة من التفاعل الذرى لذرة الليثيوم مع البروتونات جسيمات ألفا .

ثم توالت الأبحاث باستعمال أشعة إكس وأشعة جاما والنيوترونات كقذائف ، تصوب نحو مركز الذرة لدراسة ما يطرأ على النواة من تغييرات .

نصف العمر للمادة المشعة :

للمادة المشعة عمر تفنى بعده ، وتتحول إلى مادة خاملة مستقرة غير مشعة ولا مؤثرة ، وتنبعث جسيمات ألفا وجسيمات بيتا وأشعة جاما من ذرات العناصر المشعة بحساب دقيق ، فهى تنطلق وفق معدلات منتظمة وبنسبة ثابتة بحيث يمكن حساب كميتها والتنبؤ بتناقص مقدارها وعمرها ، فلكل مادة عمر زمنى معروف ،

ويسمى الزمن الذى ينقضى لتصل المادة المشعة إلى نصف كميتها « بنصف العمر » ، فمثلا :

نصف عمر الكربون المشع ٥٧٠٠ سنة ، الفوسفور المشع ١٤٫٣ يوما .

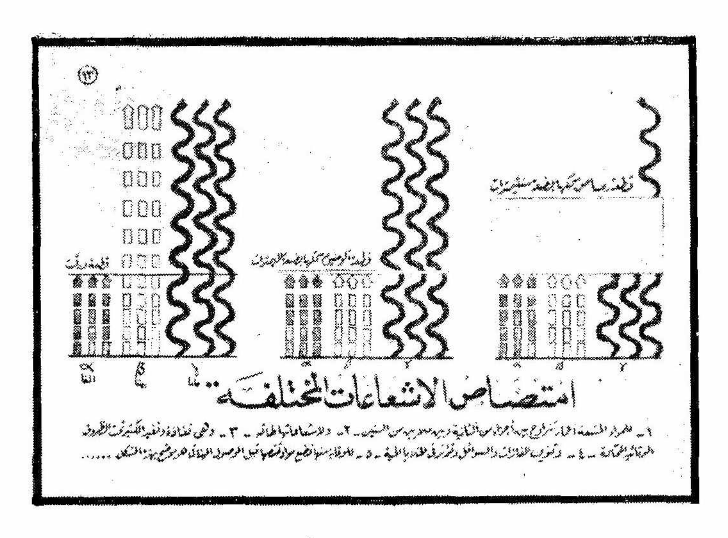
واليود المشع ٨ أيام ، والراديوم ١٦٠٠ سنة ، واليورانيوم ٤٥٠٠ مليون سنة ، وهناك من المواد المشعة ما هو قصير العمر ، فمنها ماعمره ثوان ، ومنها ماعمره دقائق ، ومنها ماعمره ساعات .

امتصاص الاشعاعات الذرية :

تتفاوت درجة نفاذ الأشعة وقوة اختراقها للأجسام والمواد من شعاع إلى آخر ، فأشعة ألفا تمتصها قطعة من الورق أو ألواح رقيقة من الألومنيوم ، وأشعة بيتا تمتصها قطعة من ألومنيوم سمكها بضعة ملليمترات ، أما أشعة جاما وهى شديدة النفاذ وتحمل أكبر الأخطار ، فيمتص معظمها قطعة من الرصاص سمكها بضعة سنتيمترات كما هو مبين بشكل (١٣) .

أخطار الاشعاعات الذرية :

تعتبر المواد المشعة مصدر خطر كبير على الإنسان والحيوان والنبات إذا لم تتخذ الطرق المألوفة للوقاية من إشعاعاتها ،



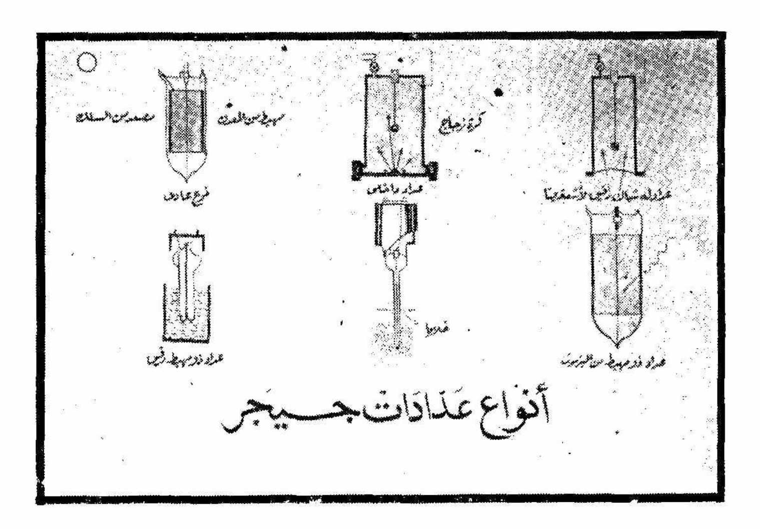
(شكل ١٣)

ولو زادت كمية الإشعاع التى تقع على الأجسام من مصدر مشع عن حد معلوم معروف متفق عليه دوليا ، فإنها تلحق أضرارا بالغة بالأعضاء المختلفة التى تتعرض لها، فتسبب الحروق والسرطانات، واختلال بناء الجسم وغيرها ، وفى حالات التعرض الشديدة تؤدى إلى الوفاة فى وقت وجيز حسب شدة الكمية .

قياس الاشعاعات الذرية :

للوقاية من أخطار الإشعاعات الذرية والإفادة منها بطرق

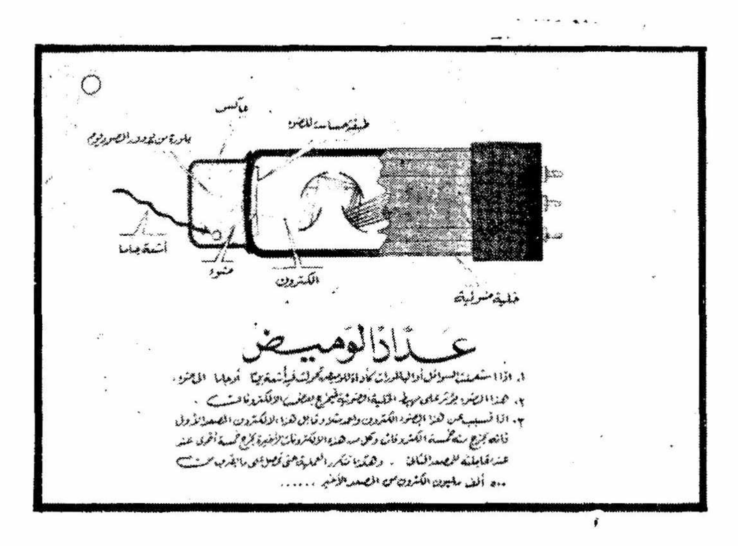
مأمونة ، كان لابد من قياس هذه الإشعاعات ؛ لذلك اخترع العلماء أجهزة لقياسها لمعرفة مقدارها . وقد اخترع العالمان « جيجر ومولر » جهازا يسمى باسميهما « عداد جيجر » ، تقاس به كميات المواد المشعة مهما ضؤلت قيمتها ، ونظرية هذا الجهاز هي : تحويل طاقة الإشعاعات الذرية إلى طاقة كهربائية على هيئة نبضة كهربائية يمكن تسجيلها ، ولما كانت كل نبضة مصدرها شعاع واحد أو جسيم واحد فإن عدد النبضات يساوي عدد الأشعة أو الجسيمات المنبعثة .



أنواع عدادات جيجر

(شكل ١٤)

وهناك عداد آخر يسمى « العداد الوميضى » ، ونظريته هى : تحويل طاقة الإشعاعات الذرية إلى طاقة ضوئية ، تؤثر على مهبط خلية ضوئية فتخرج منه ألكترونات ، تنجذب سريعة نحو مصعد الخلية محدثة تيارا كهربائيا على هيئة نبضة كهربائية ، يمكن تسجيلها وبالتالى يمكن عد الأشعة أو الجسيمات المنبعثة . وشكل (١٤) يبين عداد جيجر وشكل (١٥) يبين العداد الوميضى .



(شكل ١٥)

(٥)

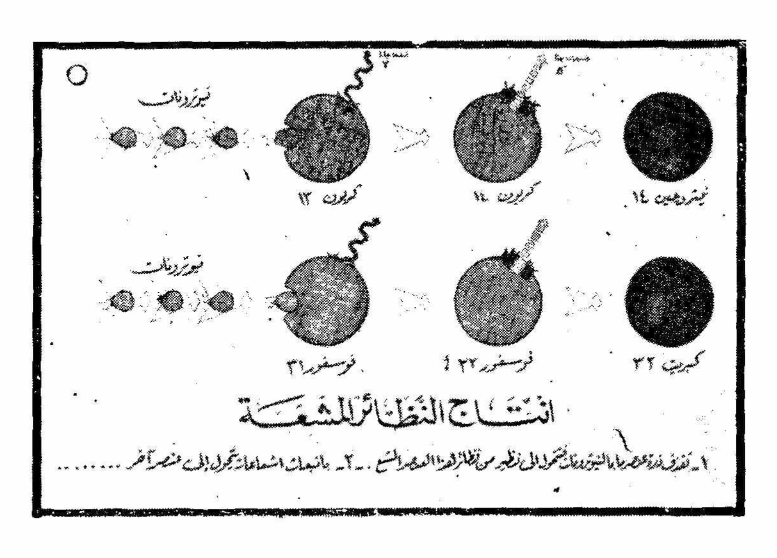
النظائر المشعة

تسمى العناصر المتحدة فى العدد الذرى، والمختلفة فى الوزن الذرى بالنظائر ، فمثلا فى حالة نظائر الأكسجين نجد أن ذرة الأكسجين العادى عددها الذرى ٨، ووزنها الذرى ١٦ ، إذ تحتوى على ٨ بروتونات، ٨ نيوترونات ، وهناك ذرة أكسجين أخرى تحتوى على ٨ بروترنات، ٩ نيوترونات (أى الوزن الذرى ـ١٧) ، وهذه لها كل الخصائص الكيميائية التى لذرة الأكسجين العادى ، وكذلك توجد ذرة أكسجين ثالثة وزنها الذرى ١٨ ، وكل العناصر (وعددها ٩٨ عنصرا) لها أكثر من ١٢٠٠ من النظائر ، يوجد منها فى الطبيعة ٣٠٠ ، ومن النظائر ماتبعث بإشعاعات ذرية كالراديوم وغيره من المواد المشعة ، وتسمى بالنظائر المشعة .

وكان « جوليو وأيرين كورى » أول من حوّل العناصر الثابتة إلى نظائرها المشعة ، ومن ثم أطلق على تلك الظاهرة « النشاط الإشعاعى الاصطناعى » ، ومنذ هذا الاكتشاف وعدد النظائر المشعة يتزايد يوما بعد يوم ، حتى جاوز الألف .

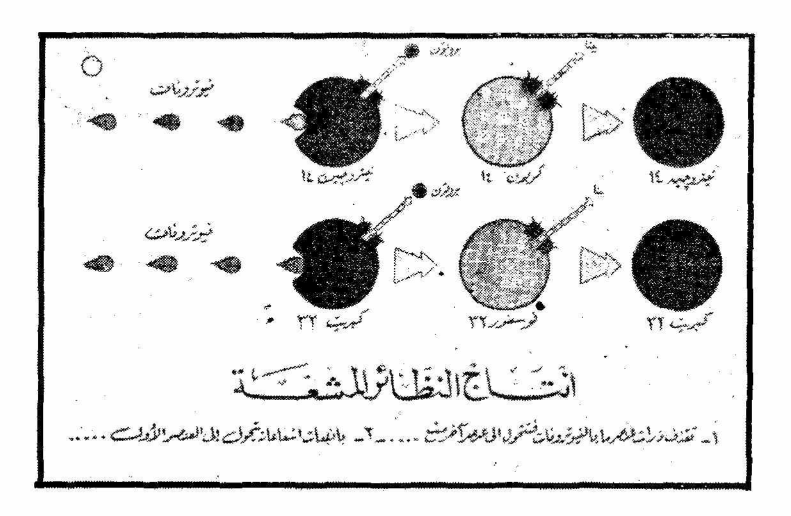
وإنتاج النظائر المشعة يحدث فى الأفران الذرية ، ويتم فيها ، وذلك بقذف نواة العنصر بسيل من النيوترونات المتولدة فى الفرن الذرى، فيدخل أحد هذه النيوترونات إلى النواة، ويستقر بها فيزيد وزنها مع الاحتفاظ بخواصها ، ووجود النيوترون بالنواة يجعلها فى حالة اضطراب ، ولا تهدأ إلا إذا بعثت بإشعاعات ذرية يمكن الاستفادة بها .

وإحدى هذه التحويلات هى أن يتحول العنصر إلى نظيره



(شكل ١٦)

المشع فيتحول مثلا الكربون إلى كربون ١٤ المشع ، الفوسفور إلى فوسفور ٣٢ المشع ، ثم يفقد كربون ١٤ أشعة بيتا متحولا إلى نيتروجين ، و يفقد فوسفور ٣٢ أشعة بيتا متحولا إلى كبريت ، كما فى شكل (١٦) .



(شكل ١٧)

وهناك حالة أخرى من التحويل عند القذف بسيل من النيوترونات وهى : أن يتحول العنصر إلى عنصر آخر ، ولا يتحول إلى نظير له كما فى حالة النيتروجين والكبريت ، فيتحول النيتروجين

إلى كربون ١٤ ، والكبريت إلى فوسفور ٣٢ .

ثم يفقد كربون ١٤ ، وفوسفور ٣٢ إشعاعاتهما على النحو السابق ، كما فى شكل (١٧) .

استخدام النظائر المشعة : من خصائص النظائر المشعة أنها تبعث بالإشعاعات الذرية التى يمكن تعيينها وقياسها بأجهزة القياس السابق ذكرها فى النشاط الإشعاعى ، وبهذا يمكن تحديد موضع ذرات النظائر المشعة عند استخدامها فى الأغراض المختلفة ، كما يمكن الاستفادة من إشعاعاتها داخل الأجسام بديلا من الراديوم وأشعة إكس ، ونسوق فيما يلى بعض أمثلة لما تستخدم فيه النظائر المشعة فى الميادين التطبيقية المختلفة .

(ا) ميدان الطب : النظير (يود ١٣١) لتشخيص وعلاج أمراض الغدة الدرقية .

النظير (فوسفور ٣٢) للكشف عن أورام المخ وعلاجها ، وعلاج بعض أمراض الدم .

النظير (كوبلت ٦٠) للتصوير الداخلى للأعضاء والعلاج .

(ب) ميدان الصناعة : النظير (كالسيوم ٤٥) لضبط وإحكام الرقابة على سمك الصفائح ، وشرائح الأوراق ، والبلاستيك ، وما إلى ذلك .

النظير (سيزيوم ١٣٧) لاختبارات اللحامات المعدنية .
النظير (فضة ١١٠) لدراسة تحركات الرمال فى قاع البحار .

(حـ) ميدان العلوم البحتة : النظائر (كربون ١٤) ، (حديد ٥٥ ، ٥٩) ، (كالسيوم ٤٥) ، (فوسفور ٣٢) تستخدم للأغراض الاقتفائية فى التفاعلات الكيمائية ، والعلوم البيولوجية .

(د) ميدان الزراعة : تستخدم النظائر السابقة للأغراض الاقتفائية ؛ لدراسة مدى امتصاص النبات لأملاح التربة وللسماد ،

إنتاج فصائل جديدة من النباتات ذات مميزات خاصة ، أو قدرة على مقاومة الأمراض ،

مقاومة الحشرات الزراعية والآفات .

وتتجه البحوث الحديثة فى العالم فى موضوع النظائر المشعة إلى تخليق مواد إشعاعية جديدة ، وتوسيع نطاق استخدامها فى الصناعة التى وفرت فى كثير من الدول ما يبلغ الملايين من الجنيهات .

ولعل من الخير أن نورد فيما يلى معلومات عن النظائر المشعة التى يكثر استخدامها فى الميادين السابقة :

النظير		نصف عمره		إشعاعاته
كربون	١٤	٥٧٠٠	سنة	بيتا سالبة
صوديوم	٢٢	٢و٦	سنوات	بيتا موجبة ، جاما
فوسفور	٣٢	٣و١٤	يوما	بيتا سالبة
كبريت	٣٥	٨٧	يوما	» »
كالسيوم	٤٥	١٦٣	يوما	» »
حديد	٥٥	٣	سنوات	أشعة إكس
حديد	٥٩	٣و٤٥	يوما	بيتا سالبة + جاما
كوبلت	٦٠	٣و٥	سنوات	» » + »
سترونشيوم	٩٠	٢٨	سنة	بيتا سالبة
فضة	١١٠	٢٧٠	يوما	» » + جاما
يود	١٣١	٨	أيام	» » + »[١]
سيزيوم	١٣٧	٣٣	سنة	» » + »
ذهب	١٩٨	٢و٧	يوما	» » + »

(٦)

النواة ..

وزن النواة ووزن مكوناتها :

محتوى نواة الذرة — كما أشرنا فيما مضى — على عدد من النيوترونات والپروتونات ، وهذا العدد يمثل الوزن الذرى على وجه التقريب ، فهل إذا استطعنا معرفة وزن كل من النيوترون والپروتون نستطيع حساب وزن الذرة على وجه الدقة .. ؟ .

فمثلا ذرة الهيليوم وزنها ٤٫٠٠٣٩ وحدة
ولما كان وزن الپروتون = ١٫٠٠٧٥٨ وحدة
ووزن النيوترون = ١٫٠٠٨٩٣ وحدة
ووزن الألكترون = ٠٫٠٠٠٥٥ وحدة

فإن وزن ذرة الهيليوم باعتبار ما تحتويه من هذه الجسيمات وهو پروتونان ونيوترونان والكترونان يكون :

٢ × ١٫٠٠٧٥٨ + ٢ × ١٫٠٠٨٩٣ + ٢ × ٠٫٠٠٠٥٥
= ٤٫٠٣٤١٢

وبمقارنة هذا العدد بوزن ذرة الهيليوم المعروف علميا نجد أن الوزن الحقيقي المستخرج عن طريق التجربة أقل من الوزن المحسوب على أساس البيانات المعطاة عن الجسيمات الأولية .

ولو كررنا عملية الحساب السابقة مع ذرة أخرى، وقارنا النتائج بالوزن الحقيقي لوجدنا الأخير أقل ، ونسمى هذا الفرق بالنقص الوزنى ، ويمثل الطاقة التى استخدمت فى ربط هذه الجسيمات بعضها ببعض على هيئة ذرة ، وتسمى بالطاقة الرابطة ، وهذه هى الطاقة التى إذا أعطيت للذرة تفتتت إلى مركباتها الأساسية مرة أخرى .

وهذه الطاقة الرابطة تختص بها النواة ، حيث أن القوة التى تربط الألكترونات بالنواة صغيرة نسبياً .

وباستخدام قانون « اينشتين » الذى ينص على « أن الكتلة إذا تحولت إلى طاقة فإن هذه الطاقة تساوى حاصل ضرب الكتلة فى مربع سرعة الضوء » ، نجد أنها طاقة كبيرة جداً بالنسبة لتحويل كتلة صغيرة جداً من المادة .

قوى التجاذب داخل النواة :

ومن المعروف أن الجسيمات المتشابهة الشحنة تتنافر ، فكيف

إذن استطاعت البروتونات وهى موجبة الشحنة، أن تعيش فى حرم النواة الضيق بعضها بجوار البعض ؟

هذه هى إحدى المشاكل التى واجهت المفكرين فى طبيعة القوى النووية، وألجأتهم إلى وصف هذه القوة بأنها قوة من نوع غريب عن الأنواع التى نعرفها ، فبالرغم من معرفتنا لحقيقة قوى التنافر نجد أنه ليس من السهل فصل البروتونات من النواة ، إذن فلابد من وجود قوى تجاذب بين البروتونات والنيوترونات ، وأن هذه القوة تتواجد فى الحيز الضيق فقط ، أى داخل النواة ، وهذه القوة إما أن تكون قوة تجاذب بين بروتون وبروتون ، أو بين نيوترون ونيوترون ، أو بين بروتون ونيوترون ، وفى حالة القوة بين البروتون والنيوترون نفترض أن كلا من هذين الجسيمين يقضى جزءاً من حياته على صورة بروتون ، والجزء الآخر على هيئة نيوترون ، ومن النظريات السائدة أنه عند ما يتحول من صورة إلى أخرى يفقد جسيما آخر مشحونا بشحنة مساوية لشحنة البروتون تكون موجبة أو سالبة حسب نوع التحول ، أى إذا تحول البروتون إلى نيوترون فإنه يفقد شحنة موجبة ، وهذه الشحنة تحتاج إلى حامل ، وهذا الحامل هو جسيم آخر نسميه «الميزون» ، أما إذا تحول نيوترون إلى بروتون

فإن هذا الميزون يحمل شحنة سالبة.

وهذه التحويلات تجرى بسرعة فائقة ، ورغم ان الميزون يتقاذفه البروتون والنيوترون ، كما يتقاذف لاعبا التنس الكرة ، فإنه لم يثبت وجوده خارج النواة إلا فى أحوال خاصة عند ما ينبعث من النواة نتيجة تفاعلات نووية ، وتفسر القوة بين مركبات النواة بأنها نتيجة لتبادل الميزون بين البروتونات والنيوترونات.

وتفسر قوى التجاذب بين نيوترون ونيوترون ، أو بروتون وبروتون بأنها : نتيجة تبادل هذه الجسيمات لميزون آخر لاشحنة له.

وقد ثبت علميا وجود هذه الميزونات ، وصورت مساراتها فى غرفة « ولسون » السحابية.

أنواع الميزون :

ويمكن تقسيم أنواع الميزونات المعروفة حتى الآن إلى ثلاثة أقسام :

١ — الميزون الخفيف : وعرف منه للآن نوعان : أحدهما وزنه يعادل وزن نحو ٢٠٠ الكترون ، والثانى يعادل وزن نحو ٢٧٣ الكترون.

٢ — الميزون الثقيل : وهو مايزيد وزنه على ٢٧٣ وزن الألكترون ، ويقل عن وزن البروتون ، وعرف منه إلى الآن ثلاثة أنواع على الأقل ذات أوزان مختلفة .

٣ — وقد عرف نوع آخر من الميزون أثقل من البروتون ، ويسمى « بالهيبرون » .

* * *

الانشطار النووى

كان أهم خبر فى الأبحاث الذرية هو انشطار ذرة اليورانيوم عام ١٩٣٩، فقد استكشفت الطاقة الذرية، واستغلت للمرة الأولى بالولايات المتحدة الأمريكية فى سرية بالغة أثناء الحرب العالمية الثانية ، ورغم التكتم الشديد فيما وصلت إليه أمريكا من أبحاث الطاقة الذرية فقد بدأت روسيا أبحاثها بنجاح أثناء الحرب أيضاً، وفى الحقيقة هاجرت الأبحاث الذرية من أوربا إلى أمريكا مع العلماء المهاجرين ، ضيقاً من النظام « الهتلرى » الذى ساد ألمانيا وإيطاليا ومعظم الدول الأوربية أثناء الحرب .

ففى يناير سنة ١٩٣٩ وصل العالم الدانمركى « نيل بوهر »

إلى نيويورك، يحمل معه اخباراً عن الأبحاث الذرية، تقول: «إن عالمين فى معهد «قيصر ويلهلم» ببرلين هما «هان» ، «شتراسمان» شطرا ذرة اليورانيوم» .

وفى أمريكا ناقش «بوهر» زميله «أينشتين» — الذى فر أيضاً من وجه «هتلر» — فى بعض المسائل العلمية ، وقد وجد «برهر» أذنا صاغية لما ذله عن استكشاف «هان» ، و «شتراسمان» .

وكان العالم الإيطالى «فرمى» — وهو فارٌّ أيضاً من نظام «موسولينى» — أشد المتحمسين للخبر الجديد ، وبدأ على الفور أبحاثه فى جامعة كولومبيا التى كان يعمل بها ، وقد وضح «لفرمى» أنه فى الإمكان حدوث انشطار متسلسل لذرات اليورانيوم ، ذلك الانشطار الذى ينتج الطاقة الذرية ، والقنابل الذرية ، والنظائر المشعة ، وبعد ثلاث سنوات من هذا التاريخ أنشأ «فرمى» أول فرن ذرى ذى انشطار متسلسل فى العالم ، ففتح بذلك الباب للعصر الذرى .

ومن الأبحاث المتزايدة المتتابعة أمكنهم أن يحصلوا على النتائج الآتية :

١ — من الممكن شطر ذرة اليورانيوم إلى جزاين .

٢ — تنطلق طاقة كبيرة عند الانشطار .

٣ — تنطلق أيضاً نيوترونات عند الانشطار ، وهذه بدورها تشطر الذرات المجاورة التى تنشطر وينطلق منها نيوترونات أخرى تشطر ما يجاورها ، وهكذا يتسلسل الانشطار .

وقد بقى « بوهر » بأمريكا حتى منتصف العام ، وساعد فى رياضيات خاصة بانشطار ذرة اليورانيوم ٢٣٥ وذرة البلوتونيوم .

وكثرت الأبحاث فى أنحاء العالم عن هذا الموضوع ، ومع حرية النشر أصبح لدى علماء العالم فى منتصف سنة ١٩٣٩ من المعلومات ما يمكنهم من وضع برنامج لاستخدام الطاقة الذرية فى السلم أو فى الحرب .

وفعلا طلب « أينشتين » من الرئيس الأمريكى «روزفلت» الإذن بالبدء فى استخدام تلك الطاقة ، علِّه يوفق فى إنتاج قنبلة ذرية تنهى الحرب سريعاً ولما أجابه « روزفلت » لطلبه بدأ فى تكوين لجنة لهذا الغرض زودت بالمال والأجهزة والعلماء وكامل التصرفات حتى أنتجت أول قنبلة ذرية ألقيت فأنهت الحرب .

وجدير بالذكر أنه قد توفر « لهتلر » فى ذاك الوقت، إمكانيات علمية كان من الممكن الإفادة منها فى تسخير الطاقة الذرية لإحراز النصر فى حربه التى سميت بالحرب العالمية الثانية (١٩٣٩ — ١٩٤٥)،ولكن ترْك العلماء لألمانيا ـ فرارا من « هتلر » ونظامه ـ إلى دول أخرى، وبالأخص أمريكا التى شجعتهم، وحصلت منهم على ماأرادت من الطاقة الذرية فى هيئة قنابل ذرية ـ نقل كفة الأبحاث الذرية من ألمانيا خاصة وأوربا بوجه عام إلى أمريكا وحليفاتها انجلترا وكندا، وكانت أمريكا فى ذلك الوقت أسبق الدول إلى اختراع القنبلة الذرية واستعمالها فى هيروشيما ونجازاكى، وانتهت الحرب بتسليم اليابان فورا.

نظرية الانشطار النووى

وجد « هان »، « شتراسمان » أن مادة الباريوم هى إحدى حاصلات الانشطار، ولايمكن تفسير هذا إلا إذا افترضنا أن نواة اليورانيوم قد امتصت النيوترون الذى قذفت به، ثم انقسمت قسمين، ولما كان وزن اليورانيوم أكثر من وزن حاصلات الانشطار فقد حسب الفرق بين الوزنين، واتضح أنه يعادل طاقة

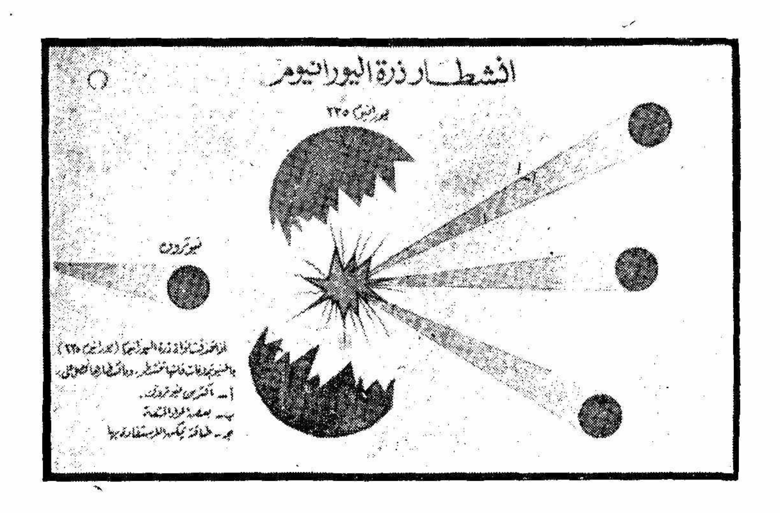
قدرها ٢٠٠ مليون الكترون فولت من كل نواة تنقسم قسمين . إذن ينتج عن هذا الانشطار طاقة تعادل ٢٠٠ مليون الكترون فولت عن كل نواة ، فإلى أين تذهب هذه الطاقة .. ؟ وهل يمكن الاستفادة بها ... ؟

هذه الأسئلة لم تكن تتردد فى ذهن « هان » و « شتراسمان » وحدهما فى ذلك الوقت ، وإنما شغلت أذهان العلماء والمفكرين فى أبحاث الذرة .

هذه الطاقة المتولدة حملتها حاصلات الانشطار على هيئة طاقة حركة ، وانبعث بعضها على هيئة إشعاع .

بعد ذلك فسرت السيدة «مايتنر» ، والأستاذ «أوتوفريش» ظاهرة الانشطار بافتراض وجود قوتين متنافستين فى النواة ، إحداهما تعمل على ربط أجزاء النواة بعضها ببعض ، والأخرى تعمل على تحطيمها نتيجة وجود شحنات موجبة على البروتونات، ويمكن اعتبار النواة مشابهة لقطرة الماء الكرية ، وعندما تمتص هذه النواة نيوترونا يزداد ما بها من طاقة ، وتبدأ النواة تتذبذب وعندئذ يتغير شكلها وتستطيل ، وإذا كان التغيير فى الشكل كبيرا فإن القطرة تتكسر ، وعندما تنشطر النواة إلى شطرين لا يلزم أن يكون الشطران متساويين فى عدد الجسيمات .

ومع الشطرين ينبعث أيضاً عدد من النيوترونات يتراوح بين ٢ ، ٣ نيوترونا لكل انشطار كما فى شكل (١٨) ، وتكون



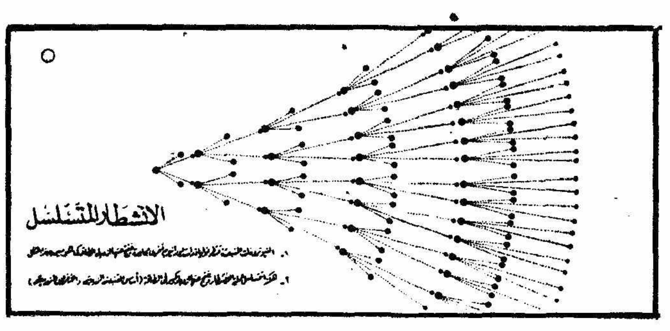
شكل (١٨)

حاصلات الانشطار غنية نسبيا بالنيوترونات ؛ ولذا فهى غير مستقرة ، فتنبعث منها جسيمات بيتا إلى أن تستقر ، وتنبعث جسيمات بيتا مع كل شطر ، وبذا ينتج عدد كبير من المواد المشعة بعد الانشطار ، وتوجد نسبة صغيرة من كل هذه المواد أقل من واحد فى المائة، ينبعث منها نيوترونات بعد الانشطار بزمن معين

متوسطه ١٠ ثوان ، وتلعب هذه النيوترونات المتأخرة ،دورا هاما فى التطبيق العملى لعملية الانشطار .

سلسلة التفاعلات الانشطارية

تتفاعل النيوترونات الناتجة من الانشطار مرة أخرى مع ذرات اليورانيوم ، محدثة سلسلة من التفاعلات ، فإذا نتج من التفاعل الأول نيوترونان، فإن كلا منهما يتفاعل،وينتج من تفاعله نيوترونان آخران ،ويكون المجموع ٤ نيوترونات تتكاثر باستمرار فى سلسلة التفاعلات كما فى شكل (١٩) ، وبهذه الطريقة



(شكل ١٩)

يصبح من السهل تحليل جزء كبير من اليورانيوم بمجرد قذفه

اول مرة بالنيوترونات ، وتظهر اهمية هذا الانشطار المتسلسل عند الحاجة إلى طاقة كبيرة ، فهي تنتج في النهاية انفجارا شديدا على شكل قنبلة ، وقد كان هذا أول تطبيق عملي للطاقة الذرية .

التحكم في الطاقة :

عندما تقذف كمية كافية من اليورانيوم بنيوترون تنطلق الطاقة من عقالها حيث يزداد عدد النيوترونات بتوالى الانشطارات ، وتكون القنبلة ؛ والسبب في ذلك أن التحكم في الطاقة أصبح صعباً عندما ازداد عدد النيوترونات ، ويقال لمثل هذا التفاعل الذى يكون فيه عدد النيوترونات الناتجة من كل انشطار أكثر من نيوترون واحد : التفاعل المتباعد ، أما إذا نتج عن كل انشطار أقل من نيوترون في المتوسط فإن التفاعل يسمى تقاربيا ، أى يمكن التحكم فيه ، وهنا يمكن استئناس الطاقة عندما نستطيع أن نتحكم في التفاعل .

ولما كان من أهم خواص المواد الانشطارية أنها مواد مشعة، تنبعث منها جسيمات بيتاوألفا ، فإنه يعقب الانشطار نشاط إشعاعي ، وانبعاث جسيمات بيتا وأشعة جاما ونيوترونات ؛ ولذا

يصبح من الخطر الاقتراب من اليورانيوم بعد التفاعل .

* * *

وبعد ما أوضحنا من قصة الذرة من بدئها إلى أن استطاع العلماء تسخيرها والإفادة منها ، نسوق فيما يلى أسماء بعض العلماء الممتازين، الذين كان لهم الفضل الأكبر فى كشف أسرار الذرة، وآثارها فى الميادين المختلفة .

وهؤلاء العلماء هم :

« بيكرل » الفرنسى مستكشف النشاط الإشعاعى سنة ١٨٩٦ .

« بيير » ، « مارى كورى » الفرنسيان اللذان استكشفا المعدن المشع الراديوم سنة ١٨٩٨ .

« رثرفورد » الإنجليزى واضع نظرية النشاط الإشعاعى سنة ١٩٠٢ ، ومستكشف نواة الذرة سنة ١٩١١ ، وفتت الذرة بطرق صناعية سنة ١٩١٩ .

« أينشتين » الألمانى واضع نظرية تكافؤ الكتلة والطاقة (تحويل الكتلة إلى طاقة كما فى القنبلة الذرية) سنة ١٩٠٥ .

« كوكروفت » ، « والتون » الإنجليزيان اللذان برهنا نظرية « أينشتين » سنة ١٩٣٢ .

« بوهر » الدانمراكى واضع النموذج الذرى سنة ١٩١٣ .

« شادويك » الإنجليزى الذى استكشف النيوترون سنة ١٩٣٢ .

« جوليو » ، « وايرين كورى » الفرنسيان اللذان كانا أول من استحضرا النظائر المشعة صناعياً سنة ١٩٣٣ .

« فيرمى » الإيطالى أول من استخدم النيوترون قذيفة لنواة الذرة سنه ١٩٣٤ .

« هان » ، « شتراسمان » شطرا ذرة اليورانيوم إلى شطرين سنة ١٩٣٩ .

(٧)

استخدام الطاقة الذرية

إن التقدم فى مجال البحوث الذرية السلمية ، يثبت بما لا مراء فيه ، أن العالم قد دخل فى عصر الطاقة الذرية ، والدول الكبرى فى سعيها نحو استخدام الطاقة الذرية ، إنما تسعى فى الواقع إلى الخروج بالإنسانية من مجاعة الطاقة ، فرواسب الفحم ، ومنابع البترول لن تدوم إلا قليلا ، وسيجابه العالم — وبخاصة العالم الغربى — بنضوب فى موارد فحمه وزيته ، وقد قرر علماء انجلترا أن مورد الفحم فيها لن يكفيها بعد نصف قرن، وموارد الزيت فى الولايات المتحدة الأمريكية لا تكفيها إلا لعشرات السنوات ، فنقص الطاقة الذى بدأ شبحه فى العالم من الممكن التغلب عليه باستخدام الطاقة الذرية ، أو الطاقة المائية ، أو الطاقة الشمسية .

والطاقة المائية ، قد استغلت إمكانياتها إلى حد كبير فى الدول الغربية ، ولو أن مجال التوسع فيها فى آسيا وأفريقيا لا زال عظيما ، وهى طاقة موضعية توجد مقترنة بالمساقط الصناعية

أوِ الطبيعية ، ويتكلف نقلها نفقات باهظة .

أما الطاقة الشمسية فالنجاح فيها على مقياس عملى لا زال بعيداً وإن كان من المنتظر أن تنجح فى المناطق الصحراوية الجافة ، والطاقة الشمسية أيضاً طاقة موضعية لا يمكن نقلها بسهولة .

ولما كانت الآلات ، ووسائل النقل ، والشئون الحربية تحتاج إلى وقود سهل الحمل والنقل فإن المحرك الذرى هو الأمل الوحيد للحضارة الغربية فى التغلب على مجاعة الطاقة المقبلة .

وتستخدم الطاقة الذرية إما للسلم بتوليدها فى الفرن الذرى ، وإما للحرب فى الأسلحة الذرية .

١ — الفرن الذرى

الفرن الذرى ، ويسمى فى بعض الأحيان بالمفاعل الذرى : بناء يحتوى على كميات منوعة من الوقود الذرى ، كاليورانيوم والبلوتونيوم ، تحدث به سلسلة تفاعلات انشطارية تحت رقابة محكمة بحيث ينتج عن كل انشطار نيوترون واحد فى المتوسط ،

وطاقة على هيئة حرارة يستفاد منها فى اغراض شتى ، ويحتاج بناء الفرن الذرى إلى :

— الوقوداللازم، وهو بضعة كيلو جرامات من اليورانيوم (٢٣٥) ، أو البلوتونيوم (٢٣٩) .

— مهدئ ليهدئ النيوترونات المتولدة فيه ، كى تتم عملية الانشطار المتسلسل وفق الأغراض المطلوبة ، وهو قد يكون من الجرافيت أو الماء الثقيل أو غيرهما .

— أدوات وأجهزة التحكم الدقيقة ، وتتحكم فى عمله بإدخال قضبان من الكادميوم ، فتمتص النيوترونات المتولدة فتقلل الانشطار أو توقفه .

— الاستفادة من الحرارة الناتجة ، إما لتسخين المنازل ، أو لتوليد الكهرباء ، أو إدارة المحركات .

— حاجز لمنع تسرب الإشعاعات الذرية المنبعثة منه ، وخطرها عظيم .

— وفى الفرن الذرى يتراكم نواتج الانشطار ، وهى مواد مشعة ، ولابد من التخلص منها بأمان .

٢ ـ الأسلحة الذرية

(ا) القنبلة الذرية

القنبلة الذرية ، أو القنبلة الانشطارية ، فرن ذرى سريع ، يستخدم فيه اليورانيوم ٢٣٥ ، أو البلوتونيوم ٢٣٩ ، وكمية اليورانيوم اللازمة للقنبلة تبلغ نحو ٥ كيلو جرامات .

وتتكون القنبلة الذرية من قسمين : كل منهما أقل من الحجم الحرج ، وهو الحجم الذى عنده يبدأ الانشطار المتسلسل لذرات الوقود الذرى ؛ وعندما يتصل القسمان بعضهما ببعض عند إحداث الانفجار يصير الحجم الكلى أكبر من الحجم الحرج ، وبذلك يحدث الانشطار المتسلسل ويحدث الانفجار .

والطاقة المنبعثة من القنبلة الذرية الصغيرة تعادل ما تحدثه آلاف الأطنان من الديناميت ، والكلام عن قنبلة « هيروشيما » المدينة اليابانية التى ألقيت عليها أول قنبلة ذرية صنعت فى العالم يعطى فكرة تفصيلية وافية عن القنابل الذرية .

قنبلة هيروشيما :

تقع مدينة هيروشيما على نهر « أوتا » الذى يتفرع فيها إلى

سبعة فروع ، وتبلغ مساحتها ١٨ الف فدان ، تحيط بها الجبال من جهات ثلاث ، والبحر من الجهة الرابعة ، ويبلغ سكانها قبل إلقاء القنبلة الذرية عليها حوالى ٤٨٠ ألف نسمة مضافا إليهم ٦٠ ألفا من الجنود .

قبل إلقاء القنبلة ، وقبل نهاية الحرب العالمية الثانية تطورت الأمور سريعا ، إذ عقد مؤتمر « يالتا » فى فبراير سنة ١٩٤٥ ، وهزمت ألمانيا فى ٨ مايو وسلمت جزيرة « أوكيناوا » اليابانية فى ٢١ يونيو ، وجربت أول قنبلة ذرية فى ١٦ يوليو فى (مكسيكو الجديدة» ، وافتتح مؤتمر «بوتسدام» فى اليوم التالى ، وصدرت قراراته فى ٢٦ يوليو ، حدث كل هذا ولم يعلم اليابانيون من أمر معظم تلك الأحداث شيئا ؛ لأنهم كانوا قلقين على بلادهم من تأثيرات الغارات الجوية الكثيرة المخيفة التى لم ترحمهم ، واستمرت عليهم ليلا ونهارا من ربيع السنة إلى خريفها ، لكن الغريب فى الأمر أن « هيروشيما » نفسها لم تصب من تلك الغارات الجوية بسوء ، وقد فسر بعضهم تلك الظاهرة بأنها تركت عمدا بدون غارات كى تكون حقلا خصبا لاختبار مدى الخراب والدمار اللذين ستحدثهما القنبلة الذرية على مدينة كاملة ببيوتها وسكانها .

فى الساعة الثامنة من صباح يوم ٦ اغسطس ١٩٤٥، وهو اليوم الذى ألقيت فيه أول قنبلة ذرية على الجنس البشرى ظهرت ثلاث طائرات أمريكية فى سماء مدينة « هيروشيما » على ارتفاع ٨٥٠٠ متر من الاتجاه الشمالى الشرقى للمدينة ، وعندما وصلت إحدى هذه الطائرات منتصف المدينة أوقفت آلاتها ، وألقت قنبلة ذرية واحدة ، ثم فجأة غيرت اتجاهها إلى الاتجاه الشمالى الغربى المتعامد على اتجاهها الأول ، وطارت بأقصى سرعة ، فاستطاعت أن تبعد ١٦ كيلومترا من مركز الانفجار عند حدوثه .

سقطت القنبلة الذرية سريعاً، مخلفة وراءها ذيلا أحمر سميكا ، وبعد دقيقة ونصف ، وعلى ارتفاع ٥٧٠ مترا عن سطح الأرض، انفجرت بصوت مرعب ، فى صورة كرة من الجحيم قطرها ٦٠ مترا ، وبلغت حرارة تلك الكرة التى يطلق عليها اسم « الشمس المصغرة » ٣٠٠ ألف درجة مئوية بعد واحد من عشرة آلاف من الثانية من لحظة الانفجار (تبلغ عند لحظة الانفجار ٥٠ مليون درجة) .

نتج عن الانفجار المرعب لهب لونه بنى غامق ، صعد مرتفعا بسرعة فظيعة ، ثم ظهر فى السماء الشكل المعروف للسحب الغريبة التى ارتفعت إلى ٣٠٠٠ متر فى ٤٨ ثانية ، وإلى ٩٠٠٠ متر فى

٨½ دقيقة ، وبعد ١٥ دقيقة من تكوين تلك السحب الذرية بدأت فى السقوط إلى الأرض ، وبدأت السماء تمطر مما ساعد على كثرة سقوط الغبار الذرى على سكان مدينة « هيروشيما »

وتتيجة لتلك الحرارة العالية حدث تفريغ فى المنطقة مما سبب ضغطا هدم جميع البيوت فى دائرة نصف قطرها ٢,٥ كيلو مترا من مركز الانفجار ، وبعد ٢٠ دقيقة من الانفجار شبّت النار فى جميع أنحاء المدينة ، وقد قتل أكثر من ٢٦٠ ألف نسمة ، وجرح وحرق أكثر من ١٠٠ ألف نسمة .

(ب) القنبلة الهيدروجينية

تعادل الطاقة المنبعثة من القنبلة الهيدروجينية ما تحدثه ملايين الأطنان من الديناميت ، فالواحدة منها تعادل ألف قنبلة ذرية .

فعندما تتحد نوى الذرات الخفيفة تصبح مصدرا للطاقة ، وهذا الاتحاد يحدث فى النجوم ، ويعد أكبر مصدر لما بها من حرارة ، وهذا هو الأساس الذى بنيت عليه القنبلة الهيدروجينية ، ويمكن استخدام جميع نظائر الهيدروجين مثل الديوتيريوم

(هيدروجين ٢) ، والتريتون (هيدروجين ٣) فى إنتاج القنابل الهيدروجينية .

ولذا نسمى القنبلة الهيدروجينية القنبلة الاندماجية ، وتحتاج إلى قنبلة ذرية لإشعالها ، توضع فى الوسط ، يحيط بها كميات من الديوتيريوم والتريتون على هيئة مركبات صلبة، مثل شمع البرافين ، ومواد خفيفة أخرى تحتوى على الهيدروجين .

وعندما تنفجر القنبلة ترتفع درجة الحرارة ، فتندمج نظائر الهيدروجين منتجة طاقة هائلة .

وتمتاز القنبلة الهيدروجينية بأنها غير محدودة الحجم مثل القنبلة الانشطارية ، فكلما زادت كمية الديوتيريوم المستخدم زادت شدتها .

(حـ) قنبلة الكوبلت

هى قنبلة هيدروجينية ، غلافها الخارجى مصنوع من مادة الكوبالت ، وتحتوى على :

(ا) قنبلة انشطارية فى المركز .

(ب) كمية الديوتيريوم والتريتون حول القنبلة الانشطارية .

(حـ) كمية من الكوبالت يتكوّن منها الغلاف الخارجى .

فعندما تنفجر القنبلة الهيدروجينية الداخلية فإنها تؤثر على غلاف الكوبالت ، فتجعل منه مادة مشعة نصف عمره ٥٫٣ سنة ، وينتج أشعة جاما ، طاقتها نحو ١٫٣ مليون الكترون فولت ، وعند انفجار القنبلة يتبخر الكوبالت المشع وتحمله الرياح حتى يستقر على الأرض كمادة مشعة ، تنبعث منها جرعات خطيرة من الإشعاع .

(٨)

تأثيرات الإشعاعات ووسائل الوقاية منها

التأثيرات الوراثية فى الحيوانات :

موضوع

التأثيرات البيولوجية للإشعاعات خطر يمس صميم الحياة فى الكائنات الحية ، والأضرار التى تنجم عنه تصيب الإنسان ، وتصيب ذريته من بعده ، فيتوارثها جيلا بعد جيل ، والإشعاعات الذرية وأشعة إكس تميت حساسية الخلايا ، وتضر الجنين فى بطن أمه ضرراً بالغاً، فهى تشوه خلقته وتمرضه وتقصر عمره .

التأثيرات الوراثية فى النباتات :

تحدث الإشعاعات طفرات فى النبات، وتستخدم هذه الخاصية فى تنشئة السلالات الجديدة ، إما بتعرض البذور للإشعاعات ، أو بتعريض الأشجار ثم إكثارها ، وإما بتعريض حبيبات اللقاح واستعمالها بعد ذلك لإنتاج البذور ، والأشعة التى تستعمل فى هذا الغرض هى عادة أشعة إكس ، وأشعة جاما المنبعثة من

كوبلت ٦٠ والنيوترونات، وفى بعض الأحيان أشعة بيتا المنبعثة من فوسفور ٣٢ وغيرها .

وتأثير الأشعة فى إحداث الطفرات ، يختلف باختلاف نوع الأشعة ، ومقدار الجرعة، ونسبة الرطوبة عند التعريض والمدة التى تنقضى بين التعريض للأشعة ، وبين الإنبات ويتوقف على نوع البذور .

التأثيرات الكيميائية للإشعاعات :

وينجم عن الإشعاعات تفاعلات كيميائية تؤدى فى بعض الأحوال إلى تحسين بعض المواد ، وازدياد قيمتها الصناعية ، وفى بعض الأحوال تؤدى إلى تكوين مواد جديدة ، ومن الناحية التطبيقية فقد استعملت الإشعاعات فى صناعة المطاط لتقليل المقادير اللازمة فى الصناعة من الكبريت ومن الحرارة، والحصول على أنواع أجود وأصلح لصناعة عجلات السيارات ، كما تكسب الإشعاعات بعض اللدائن خصائص وصفات جديدة .

أخطار الإشعاعات :

تؤثر الإشعاعات على كرات الدم البيضاء والحمراء والصفائح، فينجم عن هذا ضعف الجسم ، وقلة مقاومته ، وارتفاع حرارته ،

وظهور قروح والتهابات به وفقر الدم ، وعند انخفاض صفائح الدم عن حد معين يصاب الإنسان بالنزيف من الأنف أو الرئتين أو غيرهما مما يؤدى إلى الهلاك .

كما تؤثر الإشعاعات فى عدسة العين ، والغدد الجنسية ، وتحدث السرطانات .

أما العمال الذين يعملون فى مناجم اليورانيوم ومطاحنه ، وفى منشآت مفاعلات القوى فالخطر ينجم بطريق الاستنشاق فى أثناء العمل ، وإذا احتوت المواد التى تستنشق عناصر مشعة طويلة الأجل فإنها تتركز فى الرئة ، أو فى العظام ويكون خطرها شديدا .

الوقاية من الإشعاعات :

يتخذ كل ما يستطاع من احتياطات لدرء أخطار التعرض للإشعاعات فى جميع الأعمال ، والتطبيقات الذرية فى محطات القوى النووية ، وفى مصانع استخلاص اليورانيوم ، وإعداد الوقود النووى ، وفى مناجم المعادن المشعة ، وفى استعمالات الإشعاعات والنظائر المشعة فى الأغراض المختلفة ، فيجرى العمل خلف حواجز من الرصاص ، أو حوائط مميكة من الخرسانة المسلحة

ويلبس جميع من يعملون بالمواد المشعة ،أو يتداولونها ،أو لهم اى اتصال بالأعمال الذرية أياً كان نوعها ملابس وأقنعة واقية من الإشعاعات ، ولا يرتفع مستوى النشاط الإشعاعى فى الأماكن التى يعمل بها المشتغلون عن الحد المسموح به فى حالة التعرض المستمر للإشعاعات ، هذا فضلا عن العناية الطبية المستمرة وغير ذلك من ضروب الرعاية .

ومن عوامل الوقاية حسن اختيار المواقع التى تنشأ فيها المنشآت الذرية ، ففى بعض الدول لا يسمح بإقامة مساكن ، أو بتربية المواشى ، أو بالزراعة على مقربة كيلومتر منها ، كما يكون الموقع على بعد لا يقل عن خمسة وعشرين كيلومترا من المدن ، وفى بعض الدول تشيد المنشآت تحت سطح الأرض ، أو داخل صخور الجبال .

طرق العلاج من أضرار الإشعاعات :

تتجه البحوث فى الوقت الحاضر إلى محاولة إصلاح الأضرار التى تحدثها الإشعاعات ؛ وذلك إما باستعمال مركبات كيميائية عليها تزيل الجزيئات التى تهشمت بفعل الإشعاعات ، وإما بتزويد الجسم بخلايا جديدة سليمة عليها تعوض ما تلف بفعل الإشعاعات.

(٩)

الاندماج النووى

تمكن العلماء – كما بينت – من استخلاص الطاقة من انشطار ذرات العناصر الثقيلة، كاليورانيوم والبولوتونيوم، وبذلوا الجهود للحصول على الطاقة أيضاً من الماء العادى، وذلك بعملية الاندماج النووى (أو الالتصاق النووى) لذرات العناصر الخفيفة، كالديوتيريوم والترتيوم كما فى القنبلة الهيدروجينية، ولكن تحت وسائل التحكم، ويحتوى الهيدروجين العادى على قدر من الهيدروجين الثقيل الثنائى، وهو إحدى مركبات الماء الذى يشغل خمسة أسباع مساحة الكرة الأرضية.

وقد بلغ اهتمام العلماء لظاهرة الاندماج النووى مبلغا كبيرا ؛ لاعتقادهم الراسخ أنه فى الإمكان استخلاص كميات هائلة من الطاقة بهذه الطريقة بتكاليف زهيدة، ودون التعرض لأخطار الإشعاعات الذرية وغيرها التى تنتج فى عمليات الانشطار، فالطاقة التى تحصل عليها من اندماج الهيدروجين الثقيل الموجود فى لتر من الماء العادى تعادل الطاقة الحرارية الناتجة من ثلثمائة لتر من

الجازولين ، وفى وقتنا هذا تستخلص كثير من الدول الطاقة – وبالأخص الكهربائية – بواسطة الأفران (المفاعلات) الذرية التى تعمل بانشطار نواة اليورانيوم إلى نوى صغيرة مع انطلاق جزء من الطاقة ، نتيجة لنقص مجموع أوزان النوى المتولدة عن وزن النواة الأصلية كما سبق ، وليس من السهل الحصول على العناصر الثقيلة كاليورانيوم والبولوتونيوم ، إذ أن عمليات الحصول عليها وتنقيتها عمليات مكلفة ، فالحصول على الخام الذرى خطوة أولى فى سلسلة من الأعمال التعدينية والعلمية الدقيقة التى تبدأ باستخلاص الجزء الفعال من الخام الغفل ، ثم تتدرج العمليات ، وتزداد دقة وصعوبة كلما زاد تركيز العناصر المشعة ، مما يستوجب اتخاذ إجراءات واقية معينة ، وفى النهاية يحصل على اليورانيوم ، إما معدنا خالصا أو مركبا نقيا .

هذه هى دورة الاستخلاص الذرى ، التى تبدأ بالخامات المستخرجة من باطن الأرض ، وتنتهى بالحصول على وقود ذرى يدخل فى فرن (مفاعل) ذرى ، وأيا كان نوع المفاعل فإن عمله يؤدى إلى تكوين مواد كثيرة ذات نشاط إشعاعى منوع ، بعضها يستخدم رأساً فى الأغراض المقصودة أصلا ، ولكن الجزء الأكبر منها يتبقى بعد العملية ويلزم التخلص منه ،

وقد تضخمت كمية الفضلات الذرية ، وأصبحت مشكلة التخلص منها عويصة ، ويبحث العلماء عن طريقة لإلقائها فى غور المحيط ، او دفنها تحت التراب ، كما تجرى تجارب علمية لإفقادها ما اكتسبته من نشاط إشعاعى ، ونجاح هذه التجارب سيؤدى إلى المعاونة فى أعمال الوقاية التى تزداد تعقيدا يوما بعد يوم .

وتحتاج عملية الاندماج للهيدروجين الثقيل الذى يوجد مختلطا بالهيدروجين العادى كما أسلفنا وهو متوافر لدينا بكثرة ، ولكن عند استخدام الاندماج النووى كمصدر للطاقة تواجهنا عقبات ثلاث يجب التغلب عليها وهى :

١ — التوصل إلى درجات حرارة عالية لازمة لإتمام عملية الاندماج .

٢ — الوعاء (المحتوى) الذى يوضع به غاز الهيدروجين ، ويتحمل درجات الحرارة العالية دون أن ينصهر .

٣ — استمرار العملية دون توقف .

فلزوم درجات الحرارة العالية نتيجة لقوى التنافر بين نوى الذرات ، فنواة كل ذرة من ذرات العناصر بما فيها الهيدروجين تحمل شحنة كهربائية موجبة كما ذكر سابقاً ؛ ولذلك عند اقتراب نواتين لذرتين من الهيدروجين فإنهما تتنافران حسب

قانون الشحنات المتماثلة ، وتبعا لهذا لا تندمج نواتان مالم نعطهما طاقة كبيرة تكفى للتغلب على قوة التنافر بينهما ، ومن المعروف أنه فى درجة الحرارة العادية يكون لذرات الغازات طاقة حرارية ضئيلة ، وقد وجد أنه لإتمام الاندماج لابد من إعطاء ذرات الهيدروجين طاقة تعادل ٨٠٠ ألف مرة طاقته الحرارية ، ويحصل على هذه الطاقة العالية بتسخين الغاز إلى ٢٠٠ مليون درجة ؛ ولذلك نجد أنه لابد من وجود شرط أساسى كي تتم عملية الاندماج وهو حدوث التفاعل فى درجات حرارة عالية جداً تبلغ مئات الملايين درجة .

وفى أوائل سنة ١٩٥٩ أعلن العلماء أنهم حصلوا على درجة تبلغ ٥ مليون درجة ، وعند انعقاد المؤتمر العالمى الثانى لاستخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية فى مدينة جنيف فى شهر سبتمبر سنة ١٩٥٨ ، أعلنوا الحصول على عشرات الملايين من درجات الحـــرارة فى غاز الهيدروجين الثقيل ، وينتظر الحصول على أعلى من هذه الدرجة قريبا ، كما ناقشت إحدى حلقاته بحوثاً علمية عن « إمكانية التحكم فى عملية الاندماج النووى » تقدمت بها دول السويد ، انجلترا ، الاتحاد السوفييتى ، الولايات المتحدة الأمريكية ، ألمانيا ، وقد تحدث الباحثون عن ظاهرة

الاندماج النووى ،وطرق تحقيقها عملياً، ومعروف أنه فى درجات الحرارة العالية تتحول جميع المواد إلى غازات،وتوجد المادة على شكل نوى ذرات فقط لاتحيط بها الكترونات تسمى «بالبلازما»، وتكون للمادة صفات جديدة وغريبة .

وبالنسبة للوعاء فإنه يستحيل صنع وعاء تتكون فيه بلازما فى درجة حرارة ٢٠٠ مليون درجة ، وهى أعلا من درجة الحرارة فى مركز الشمس ؛ ولذلك اتجه التفكير إلى وعاء من نوع آخر هو الوعاء المغناطيسى ،فأمكن حفظ الغاز الهيدروجينى (البلازما) داخل مجال مغناطيسى قوته تعادل ١٠٠ ألف مرة قوة المجال المغناطيسى الأرضى ويمكننا تشبيه المجال المغناطيسى المحيط بالبلازما بحلقات من المطاط تحيط بها تحول بينها وبين النفاذ خلالها ، والمجال المغناطيسى يتحمل ضغطا قدره ١٠ آلاف ضغط جوى ، ولو فرض أنه لظروف طارئة زاد ضغط البلازما عن قوة احتمال الغلاف المغناطيسى فإن البلازما تنطلق وتصطدم بجدران الوعاء الخارجى ، فتفقد طاقتها وتبرد فيقف التفاعل .

أما استمرار التفاعل والحصول على الطاقة بصفة مستمرة فمن الممكن تحقيقه فى درجات الحرارة العالية ، التى عندها يزيد معدل توليد تلك الطاقة فى الغاز عن فقدان الغاز لحرارته

بالإشعاع إلى ما حوله ؛ ولذا فإنه من الضرورى المحافظة على هذه الدرجات العالية لمدة تكفى لحرق نسبة معقولة من الغاز ، وقد وجد أنه عند درجة ٥٠ مليون درجة فى مخلوط من غازى الهيدروجين الثقيل، وتحت ضغط واحد من ألف ضغط جوى فإن واحدا فى المائة فقط من الغاز يندمج فى عشر ثانية ، وعند نجاح العلماء فى إطالة مدة التفاعل إلى ثانية أو أطول بصفة مستمرة سيبدأ فى صنع مفاعل اندماجى لاستخلاص الطاقة .

الماء مصدر للطاقة :

وعند التغلب على ما ذكرنا من عقبات سنجد أمامنا مصدراً عظيما للطاقة ألا وهو الهيدروجين الثقيل الذى نحصل عليه من الماء العادى ؛ ومفاعلات الاندماج سوف لا تختلف فى حجمها عن المفاعلات الذرية (مفاعلات الانشطار) .

ولمعرفة الطاقة الناتجة من اندماج جرام واحد من الهيدروجين الثقيل يحسب الفرق بين كتلة الهيدروجين ، وكتلة ناتج التفاعل وتطبق نظرية العالم « إينشتين » المعروفة التى تقول : (المادة صورة من صور الطاقة) ؛ فالفرق بين الكتلتين السابقتين يعطى طاقة تعادل ما يتولد من حوالى ٣ أطنان من الفحم .

ولو امكن التحكم فى طاقة التفاعلات الاندماجية ،واستخدمت لخير البشرية لتوفر للعالم قدر من الطاقة يكفيه حقبة من الزمن، تبلغ عشرة آلاف مليون سنة ، دون اعتماد على مصدر آخر للطاقة ، وقد أمكن الوصول إلى هذه النتيجة باعتبار أن :

مساحة الكرة الأرضية تساوى ٢٠٠ مليون ميلا مربعاً .

والماء يشغل من هذا السطح خمسة أسباعه ،بمتوسط عمق قدره ميلان ، والهيدروجين العادى يكون تسع ماء البحار والمحيطات . وواحد من خمسة آلاف من هذا الهيدروجين من الهيدروجين الثقيل ، والعالم يستهلك الفحم بمعدل ستة آلاف مليون طن سنوياً .

ومما هو جدير بالذكر ،ان الاندماج الهيدروجينى هو التفاعل الذى تنتج به الشمس طاقتها الحرارية العظيمة ، وهو التفاعل الذى بنيت عليه التفجيرات الهيدروجينية المروعة التى تثبت إمكان الحصول على الطاقة بعملية الاندماج ،ولكن دون تحكم .

وقد تنبأ العالم الهندى « هومى با با » بأن إطلاق طاقة الاندماج بطريقة تمكننا من التحكم فيها سيتم خلال العشرين سنة القادمة ، وهو يعتقد أن العصر التاريخى الذى نقتحمه قد يعتبر يوما ما فترة بدائية للعصر الذرى .

فرن اندماجى :

وكما توصلنا لصنع فرن ذرى فى مدى خمسة عشر عاما، منذ أطلقت الطاقة الذرية من عنانها لأول مرة على أيدى العالم « فرمى » ، سنتوصل قريباً لصنع فرن اندماجى ، وقوده الهيدروجين الثقيل المستخلص من الماء العادى ، وذلك فى فترة قصيرة ، وما حصلنا عليه من أبحاث الاندماج فى مدى ثلاث سنوات يبشر بتحقيق هذه الأمنية ، ونحن واثقون من تقدم العلماء فى هذا المضمار ، ونرجو أن تشجعهم دولهم بتوفير الأجهزة والمال لهم ، حتى يمكنهم الحصول على نتائج طيبة فى وقت قريب .

(١٠)

الطاقة الذرية والدول

الطاقة الذرية أمر مستحدث فى العالم كله ، ظهرت عقب انتهاء الحرب العالمية الثانية ، وقد نظمت الدول لجانا وهيئات تساير طبيعة التقدم الذرى ، والأغراض القومية والعمرانية والعلمية التى ينبغى تحقيقها بقيام مثل هذه التنظيمات .

ولجنة الطاقة الذرية الأمريكية أول لجنة أنشئت لها كيان تنظيمى وعلمى ، فقد تكونت سنة ١٩٤٦ من خمسة أعضاء ، وهى تابعة رأساً لرئيس جمهورية الولايات المتحدة الأمريكية ، ولها جميع السلطات المالية والإدارية والعملية المتصلة باستخراج المواد الذرية وصناعتها واستخدامها وتداولها فى داخل البلاد وخارجها فى الناحيتين السلمية والعسكرية على السواء ، كما تنفذ برامج التعاون الدولى الخارجى الذى تقوم به الولايات المتحدة .

وفى بريطانيا أنشئت مؤسسة الطاقة الذرية البريطانية ، وقسم عملها إلى قسمين رئيسيين : يختص الأول منها بالحصول على الخامات الذرية ، وإجراء البحوث ، والدراسات العلمية الأساسية

والتطبيقية ، ويختص القسم الثانى بأعمال إنتاج الأسلحة الذرية الانشطارية والهيدروجينية على السواء ، كما تقوم بتصميم، وتنفيذ محطات القوى الكهربائية الضخمة لحساب الهيئة المسئولة عن توليد الكهرباء فى بريطانيا .

وفى روسيا أنشئ للطاقة الذرية قسم خاص تابع لرئيس مجلس الوزراء ، يقوم بكافة الأعمال الذرية فى الناحيتين السلمية والعسكرية ، ونشاط الطاقة الذرية فى روسيا - كما هو الحال فى أمريكا وبريطانيا - يشمل الحصول على الخامات الذرية، واستخلاصها ، وإجراء البحوث عليها ، واستخدامها لتوليد الكهرباء ، وتسيير البوارج والغواصات ، ولصنع القنابل الذرية والهيدروجينية .

وفى فرنسا تتبع لجنة الطاقة الذرية لرئاسة مجلس الوزراء ، وقد بدأت أعمالها ببرنامج صناعى ، محوره أفران القوى ، وتم تنظيمها على هذا الأساس ، ثم من أفران القوى التى بنيت بها تكونت لديها كميات من المواد الانشطارية تكفى لصنع قنابل ذرية ، ولما تغير الوضع السياسى فى فرنسا تغير برنامج الطاقة الذرية بها ، واتجهت اتجاها عسكريا علها تلحق بالدول الكبرى (روسيا وأمريكا وانجلترا) فى ميدان الأسلحة الذرية والنووية ،

وقد فجرت أولى قنابلها الذرية بالصحراء الكبرى فى شهر فبراير سنة ١٩٦٠ ، وهى الآن تتابع تجاربها الذرية الحربية دون مبالاة بالرأى العام العالمى ، ودون مراعاة لما يصيب دول أفريقيا من الغبار الذرى لتلك التجارب .

وفى الهند صدر أول قانون للطاقة الذرية عام ١٩٤٨ ، وأنشئت مصلحة خاصة للطاقة الذرية تابعة رأسا لرئيس الوزراء ، تولت تنظيم إيفاد البحوث إلى الخارج ، وإنشاء نواة لمؤسسة علمية مندمجة مع معهد « تاتا » للطبيعة النووية فى « بومباى » ، وفرع لأبحاث الخامات مع مصلحة المساحة ، وتقوم باستخلاص الخامات الذرية ومعالجتها لتكون وقودا ذريا للأفران الذرية التى أنشأتها للتدريب ، وإنتاج النظائر المشعة ، وللقوى الكهربائية التى هى فى مسيس الحاجة إليها لعدم كفاية مصادر الفحم والبترول بها .

وفى كندا أنشئت مؤسسة شبه حكومية ، ومثلها السويد واستراليا ، حيث يوجد إنتاج قوى للخامات ، والأدوات الذرية الصناعية .

وفى اليابان وإيطاليا وألمانيا والنرويج نشطت مؤسسات الطاقة الذرية بها فى السنوات الأخيرة ، وبدأت فى إنشاء الأفران الذرية لأغراض التدريب ولتوليد الكهرباء .

وفى أوروبا تكونت مؤسسة أوربية مشتركة للأبحاث الذرية غرضها خدمة الأبحاث الذرية ذات التكاليف الباهظة التى لا تستطيع دولة القيام بها منفردة .

وفى الجمهورية العربية المتحدة أنشئت مؤسسة الطاقة الذرية ، وهى هيئة قائمة بذاتها ،تتبع رئاسة الجمهورية ، هدفها تمكين الجمهورية من استغلال الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية ، ومسايرة التقدم العلمى فى هذا الشأن بإنشاء الأفران الذرية والمعجلات ، وإجراء البحوث والتجارب ، والبحث عن الخامات الذرية ، واستخلاصها وتنقيتها وتجهيزها لتكون وقودا للأفران الذرية ، وتعميم استخدامات النظائر المشعة فى التشخيص والعلاج الطبي ، وفى ميادين الزراعة، والبحوث العلمية، والأغراض الصناعية والتطبيقية .

وقد كثر عدد الدول التى أنشأت لجانا أو مؤسسات للطاقة الذرية بها حتى قارب السبعين ، وفى هذا دلالة على حرص الدول على الإفادة من العصر الذرى الذى نرجو أن يكون عصر خير للإنسانية أجمع .

* * *

وكان من اهتمام الدول باستخدام الطاقةالذرية ، أن أنشئت

وكالة دولية للطاقة الذرية ، مقرها مدينة فينا عام ١٩٥٧ ، وأعضاؤها إحدى وثمانون دولة ، منها الجمهورية العربية المتحدة .

والوكالة الدولية للطاقة الذرية هيئة قائمة بذاتها ، وهى إحدى منظمات الأمم المتحدة وهنالك اتفاقية تحدد العلاقات بين الوكالة والأمم المتحدة ، تنص على أن الوكالة مسئولة عن النشاط الدولى فى نواحى استخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية ، وقد أعطى لها مركز القيادة فى هذا الميدان ، وعلى أية حال فإن أعمال هيئة الأمم ووكالاتها التى تخصصت تشمل استخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية ، وتجرى المفاوضات لعقد اتفاقات بين الوكالة الدولية للطاقة الذرية و بين الوكالات المتخصصة التابعة للأمم المتحدة لتوثيق التعاون بينها .

وتسعى هذه الوكالة الدولية لتعجيل وزيادة مساهمة الطاقة الذرية فى خدمة السلام ، والصحة والرخاء فى أنحاء العالم ، وتعمل بقدر استطاعتها على التأكد من عدم استخدام المعونة المقدمة منها ، أو بناء على طلبها ، أو تحت رقابتها أو إشرافها ، فى تحقيق أى غرض عسكرى .

والاتفاقية المعقودة بين هيئة الأمم و بين الوكالة تدعو إلى أن تقدم الوكالة تقريراً سنويا عن أعمالها إلى الجمعية العمومية

للأمم المتحدة ، وفى الحالات المناسبة تقدم الوكالة تقاريرها إلى مجلس الأمن ، والمجلس الاقتصادى الاجتماعى ، وهيئات الوكالة الثلاث هى : المؤتمر العام ، ومجلس المحافظين ، والأمانة العامة التى يرأسها المدير العام ، والهيئتان المتصرفتان فى شؤون الوكالة هما : المؤتمر العام ، ومجلس المحافظين ، وتقتضى بعض الأمور موافقتهما المشتركة ، مثال ذلك الميزانية السنوية ، وقبول أعضاء جدد .

* * *

وبلغ من اهتمام هيئة الأمم باستخدام الطاقة الذرية فى الأغراض السلمية أن دعت إلى مؤتمر دولى عقد بمدينة «جنيف» فى شهر أغسطس سنة ١٩٥٥ ، الغرض منه إيجاد الوسيلة التى تحقق التقدم فى التطبيقات السلمية للطاقة الذرية بطريق التعاون بين الدول ، وعلى الأخص دراسة التقدم فى توليد القوى الذرية مع النواحى الأخرى ، كالبيولوجيا والطب والوقاية من الإشعاع وغيرها ، وقد اشتركت مصر فى هذا المؤتمر .

كان المؤتمر أول مؤتمر من نوعه فى تاريخ العالم ، اشتركت فيه ٧٢ دولة ، وقدمت إليه بحوث بلغ عددها ١٠٦٧ بحث .

ثم دعت إلى مؤتمر دولى ثان عقد بمدينة « جنيف » فى

شهر سبتمبر سنة ١٩٥٨ ، وكانت أعماله مواصلة لأعمال المؤتمر الأول ، وقد اشتركت الجمهورية العربية المتحدة فى هذا المؤتمر، واشتركت فيه ٧٩ دولة ، وعشر منظمات دولية ،وخمس وعشرون منظمة أهلية، وقدمت إليه بحوث بلغ عددها ٢١٣٥ بحث ، وفى هذا العدد دليل على اهتمام العالم بالطاقة الذرية ، وتطبيقاتها فى الأغراض السلمية .

* * *

لماذا يهتم العالم بالطاقة الذرية ؟

من المسلم به أن هدف جميع الدول هو توليد الكهرباء من الطاقة الذرية ، فهى تعنى بالموضوع ، إما لنقص موارد الوقود المعتاد بها ، وإما رغبتها فى استغلال مساحات شاسعة بعيدة عن الموارد الطبيعية ، كمناجم الفحم والبترول ، وإما استعدادها للمستقبل عند ما تزداد الحاجة للطاقة الكهربائية أو الحرارية، نتيجة زيادة السكان، ومطالب المدنية الحديثة .

ومما لا شك فيه أن التقدم فى بناء الأفران الذرية المتعددة الأنواع والأحجام يدل دلالة أكيدة على قرب الوقت الذى

يكون فيه تكاليف إنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الذرية أقل من تكاليف إنتاجها من وقود الفحم ، وحينئذ سيعم استعمالات الأفران الذرية بقاع العالم، ويجنبه كارثة نقص موارد الفحم والبترول، وعدم كفايتها لسد احتياجات الشعوب بعد عشرات السنوات .

(١١)

الذرّة والفضاء الخارجى

كثر الحديث فى وقتنا هذا عن السفر إلى الكواكب الأخرى ، وما يجرى تبعاً لذلك من أبحاث علمية واختراعات متتابعة لسفن الفضاء ، والصواريخ الموجهة ، والأقمار الصناعية ، التى تعتبر أداة استكشاف للفضاء بين الأرض والكواكب ، وما يحويه هذا الفضاء من جسيمات ذرية وأشعة كونية وغيرها ؛ ولما كان السفر إلى تلك الكواكب هو الغاية المقصودة فقد تطلب الأمر دراسة طريق السفر ، وهو الفضاء الخارجى بعناية ودقة بغية الأمان من أخطار الإشعاعات الذرية والكونية ، والشهب الأرضية وشهب الفضاء والكواكب .

عند ترك سطح الأرض سيمر المسافر بالمناطق التالية :

— من سطح الأرض إلى ارتفاع ٧٠ كيلومترا منطقة بها الغازات الموجودة بالجو منتظمة الاختلاط ، ولكن تنقص درجة الحرارة حتى تصل إلى ـ ٩٠° مئوية ، وهى درجة منخفضة جداً .

— ثم تبدأ منطقة احتراق الشهب الساقطة على الأرض ،

وسمكها حوالى ٦٠ كيلومترا ، وبها رياح سريعة ، وفى نهايتها تبدأ درجة الحرارة فى الارتفاع حتى تصل حوالى ٣٠٠٠° م على بعد ٥٠٠ كيلومترا ، والشهب التى نشاهدها ليلا على هيئة كرة نارية صغيرة منطلقة بسرعة كبيرة جداً فى جو الأرض، وتمكث ثوان أو جزءاً من الثانية ، جسيمات صغيرة من الحجارة والحديد، تحدث بمرورها سريعة فى الجو حرارة عالية تصهرها ، وتحولها إلى ذرات مصحوبة بالوهج الشديد الذى نراه ، ولا يعرف للآن على وجه التحقيق مصادر الشهب ، ولكنها تلاحظ بكثرة فى أوقات معينة من السنة، وكأنها منبعثة من مكان معين فى الفضاء ؛ ولذلك يستحسن السفر فى غير أوقات كثرتها ، وفى غير الاتجاه الذى تنبعث منه ، ويدخل المئات منها كل ساعة فى أوائل يناير وأواخر أبريل ومنتصف أغسطس وأواخر أكتوبر ومنتصف نوفمبر ومنتصف ديسمبر ، هذا غير الشهب التى تكثر نهاراً فى فصل الصيف ولكن لا نراها بالعين المجردة ، وهناك شهب دورية تصادف طريق الأرض عند تقابل مداراتها مع مدار الأرض ، ولكن بصفة دورية كل بضعة سنوات ، وهى معروفة عند الفلكيين الذين تقع عليهم مسئولية تزويدنا بالمعلومات الفلكية اللازمة قبل بدء رحلة الفضاء ، وكما تسقط الشهب على

الأرض تسقط شهب اخرى و نيازك على سطح القمـر ، ولذلك فإنه من الأهمية بمكان أن تدرس دراسة وافية من ناحية عددها ووزنها وأوقاتها .

ثم مناطق التأين بين الارتفاعين ١٠٠ ، ٥٠٠ كيلومترا ؛ وبها الكترونات بجانب الأيونات الموجبة ، وتستعمل في الاتصال اللاسلكى العالمى ، إذ تنعكس عليها الأمواج اللاسلكية ، وتتراوح كثافة الكهارب بها بين ١٠٠ ألف ومليون الكترونا فى كل سنتيمتر مكعب .

— بعد حوالى ٥٠٠ كيلومترا يتلاشى الغلاف الهوائى المحيط بالكرة الأرضية ، وتبدأ منطقة الفراغ حيث تسبح الألكترونات والبروتونات طليقة بها ، ونطلق عليها الفضاء الخارجى .

ومما لاشك فيه أن الفضاء الخارجى ممتلىء بالأشعة الكونية ، وهى أشعة نفـاذة ذات طاقة عالية تنبعث من الكون الخارجى إلى الأرض ، وبجانبها إشعاعات أخرى قد تكون من مخلفاتها . وقد فتحت الصواريخ الموجهة والأقمـار الصناعية عصراً جديداً يسمى بعصر « الفضاء الخارجى » ، فأبحاث الفضاء الخارجى فى ازدياد مضطرد .

وتدرس الجسيمات المشحونة كهربائياً كالبروتونات وجسيمات بيتا ، والإشعاعات كأشعة إكس وجاما بأجهزة القياس الذرية التى توضع فى الأقمار الصناعية والصواريخ مع معدات إرسال لاسلكية ترسل تسجيلات تلك الأجهزة إلى المعامل على سطح الأرض ، ومن الدراسات وجد أن بالفضاء الخارجى إشعاعات إكس وجاما،وجسيمات مشحونة كهربائياً ذات طاقات مختلفة ، كما قيس التأين فوجد مصدره جميع الإشعاعات المعروفة ، ويتطلب السفر إلى الكواكب كما ذكرنا معرفة الخطر الذى يتعرض له المسافر فى الفضاء من تلك الإشعاعات .

وعند تحليل النتائج العلمية التى حصل عليها العلماء من الأقمار الصناعية ، اتضح ما يلى :

— تسجيل أشعة إكس التى تولدت من الألكترونات الطليقة بالفضاء الخارجى ، فكما سبق ذكره عند ما تقابل هذه الألكترونات — وطاقتها عالية — الأجهزة والأوعية التى تحويها تصطدم بها ، فتنتج أشعة إكس تسجلها الأجهزة .

— وجود عدد كبير من الألكترونات الطليقة التى تلف حول الأرض على ارتفاع ٥٠ ألف كيلومتر ، وطاقتها من ٣٠ إلى ١٠٠ ألف الكترون فولت ، ولما كانت طاقتها صغيرة نسبياً

فإنه من الممكن امتصاصها بسهولة ويسر وبأقل سمك من المواد ، فلا يخشاها المسافرون إلى الفضاء .

— كثافة الأشعة الكونية — وهى نفاذة — صغيرة جدا مما يقلل من أهمية خطرها، فلا مجال للخوف من أخطار الإشعاعات عند السفر إلى الكواكب فى ظروف الشمس العادية .

— لابد من أن ندخل فى الاعتبار الانفجارات التى تحدث أحيانا بالشمس ، ولو أنها نادرة إلا أنها تملأ فراغ المجموعة الشمسية بجرعات مميتة من الأشعة الكونية، فلا يؤمن السفر عند حدوثها ، ويتحتم الامتناع عنه عند تعيين تلك الانفجارات .

— يحيط بالكرة الأرضية منطقتان ممتلئتان بالإشعاعات ، بينهما منطقة أقل كثافة منهما ، ومكونات الإشعاعات فيهما مختلفة تمام الاختلاف ، وتسمى هاتان المنطقتان بالحزامين وهما :

(ا) الحزام الخارجى على بعد ١٥ ألف كيلومتر ، ويحتوى على الكترونات .

(ب) الحزام الداخلى على بعد يتراوح بين ٥٠٠ و ١٨٠٠ كيلومتر، ويحتوى على بروتونات، وعدد الألكترونات فى الحزام الخارجى يساوى ٧٠٠ مرة عدد البروتونات فى الحزام الداخلى .

ولقد تردد على الأذهان السؤال الآتى : ما مصدر الجسيمات المشحونة ، والإشعاعات بالفضاء الخارجى ؟

للإجابة عن هذا السؤال اقترح العلماء « فيرنوف » ، « تشودا كوف » ، « ليبدنسكى » النظرية التالية ، فى اجتماع هيئة السنة الجيوفزيقية الدولية : « تخلق الأشعة الكونية نيوترونات ، وتتحلل هذه النيوترونات إلى بروتونات والكترونات ، ومن مبادئ المغناطيسية تدور الجسيمات المكهربة حول خطوط القوى المغناطيسية للمجال المغناطيسى الأرضى ، وبذلك تبقى الجسيمات بأماكنها التى خلقت بها ، ولكن بالنسبة لاختلاف وزن الألكترون عن وزن البروتون تبقى الألكترونات – وهى الأخف – بالحزام الخارجى وتصل البروتونات – وهى الأثقل – إلى مسافة أقرب إلى الأرض ، وتكون الحزام الداخلى »

وكما درس العلماء الغلاف الهوائى المحيط بالكرة الأرضية ، والفضاء الخارجى بينها وبين بعض الأقمار عليهم دراسة ما يحيط بالكواكب التى يقصدونها من غازات وإشعاعات وشهب ونيازك دراسة وافية تؤدى الغرض المقصود وهو : تجنب أخطار تلك العوائق وتخير أنسب الأوقات للسفر إليها إن أثبتت الأبحاث

والدراسات احتمال وجود مقومات الحياة عليها ، ووجود وسائل المحافظة على هذه الحياة .

وبتزايد البحوث العلمية، وتوالى المراحل سنعرف من أسرار الذرة ماهو أهم ، وسنصل إلى ما يحيط بنا من الكواكب والأقمار إما للاستكشاف وإما للإعمار .

(١٢)

العناصر

يتكون كل ما عرفناه من مواد من واحد أو أكثر من العناصر الآتية :

العنصر	العدد الذرى	الوزن الذرى المتوسط	العنصر	العدد الذرى	الوزن الذرى المتوسط
أيدروجين	١	١٫٠٠٨	هيليوم	٢	٤٫٠٠
ليثيوم	٣	٦٫٩٤٠	بيريليوم	٤	٩٫٠٢
بورون	٥	١٠٫٨٢	كربون	٦	١٢٫٠١
نيتروجين	٧	١٤٫٠٠٨	إكسجين	٨	١٦٫٠٠٠
فلور	٩	١٩٫٠٠	نيون	١٠	٢٠٫١٨
صوديوم	١١	٢٢٫٩٩٧	ماغنيسيوم	١٢	٢٤٫٣٢
ألومنيوم	١٣	٢٦٫٩٧	سليكون	١٤	٢٨٫٠٦
فوسفور	١٥	٣٠٫٩٨	كبريت	١٦	٣٢٫٠٦٤
كلور	١٧	٣٥٫٤٥٧	أرجون	١٨	٣٩٫٩١
بوتاسيوم	١٩	٣٩٫٠٩٦	كالسيوم	٢٠	٤٠٫٠٧
سكانديوم	٢١	٤٥٫١٠	تيتانيوم	٢٢	٤٧٫٩٠
فاناديوم	٢٣	٥٠٫٩٦	كروم	٢٤	٥٢٫٠١
منجنيز	٢٥	٥٤٫٩٣	حديد	٢٦	٥٥٫٨٤
كوبلت	٢٧	٥٨٫٩٤	نيكل	٢٨	٦٨٫٦٩

العنصر	العدد الذرى	الوزن الذرى المتوسط	العنصر	العدد الذرى	الوزن الذرى المتوسط
ثوليوم	٦٩	١٦٩ر٤	يتربيوم	٧٠	١٧٣ر٦
لوتيسيوم	٧١	١٧٥ر٠	هفنيوم	٧٢	١٧٨ر٦
تانتالوم	٧٣	١٨٠ر٨٨	تنجستون	٧٤	١٨٣ر٩٢
رينيوم	٧٥	١٨٦ر٣١	اوزميوم	٧٦	١٩٠ر٢
إيريديوم	٧٧	١٩٣ر١	بلاتين	٧٨	١٩٥ر٢٣
ذهب	٧٩	١٩٧ر٢	زئبق	٨٠	٢٠٠ر٦١
ثاليوم	٨١	٢٠٤ر٣٩	رصاص	٨٢	٢٠٧ر٢١
بزموت	٨٣	٢٠٩ر٠٠	بولونيوم	٨٤	٢١٠ر٠٠
استاتين	٨٥	٢١٨ر٠٠	رادون	٨٦	٢٢٢ر٠٠
فرانسيوم	٨٧	٢٢٣ر٠٠	راديوم	٨٨	٢٢٦ر٠٥
أكتينيوم	٨٩	٢٢٧ر٠٠	ثوريوم	٩٠	٢٣٢ر١٢
بروتاكتينيوم	٩١	٢٣١ر٠٠	يورانيوم	٩٢	٢٣٨ر٠٧
نبتونيوم	٩٣	٢٣٧ر٠٠	بلوتونيوم	٩٤	٢٣٩ر٠٠
أمريسيوم	٩٥	٢٤١ر٠٠	كيوريوم	٩٦	٢٤٢ر٠٠
بركليوم	٩٧	٢٤٣ر٠٠	كالفرنيوم	٩٨	٢٤٤ر٠٠
اينشتنيوم	٩٩	٢٥٣ر٠٠	فرميوم	١٠٠	٢٥٤و٠٠
مندلفيوم	١٠١	٢٥٥ر٠٠			

العنصر	العدد الذرى	الوزن الذرى المتوسط	العنصر	العدد الذرى	الوزن الذرى المتوسط
نحاس	٢٩	٦٣٫٥٧	خارصين	٣٠	٦٥٫٣٨
جاليوم	٣١	٦٩٫٧٢	جرمانيوم	٣٢	٧٢٫٦٠
زرنيخ	٣٣	٧٤٫٩٦	سيلينيوم	٣٤	٧٨٫٩٦
بروم	٣٥	٧٩٫٩١٦	كريبتون	٣٦	٨٣٫٨
روبيديوم	٣٧	٨٥٫٤٤	سترنشيوم	٣٨	٨٧٫٦٣
يتريوم	٣٩	٨٨٫٩٢	زركونيوم	٤٠	٩١٫٢٢
نيوبيوم	٤١	٩٢٫٩١	موليبدنوم	٤٢	٩٥٫٩٥
تكنيتيوم	٤٣	٩٩٫٠٠	روتينيوم	٤٤	١٠١٫٧
روديوم	٤٥	١٠٢٫٩١	بلاديوم	٤٦	١٠٦٫٧
فضة	٤٧	١ ٧٫٨٨٠	كدميوم	٤٨	١١٢٫٤١
إنديوم	٤٩	١١٤٫٨	قصدير	٥٠	١١٨٫٧٠
أنتيمون	٥١	١٢١٫٧٧	تليريوم	٥٢	١٢٧٫٥٩
يود	٥٣	١٢٦٫٩٣	زينون	٥٤	١٣١٫٣
سيزيوم	٥٥	١٣٢٫٩١	باريوم	٥٦	١٣٧٫٣٧
لانتانوم	٥٧	١٣٨٫٩٠	سيريوم	٥٨	١٤٠٫٢٥
براسيوديميوم	٥٩	١٤٠٫٩٢	نيوديميوم	٦٠	١٤٤٫٢٧
أليفيوم	٦١	١٤٦٫٠	سماريوم	٦٢	١٥٠٫٤٣
أوربيوم	٦٣	١٥٢٫٠	جادولينيوم	٦٤	١٥٧٫٢٦
تيربيوم	٦٥	١٥٩٫٢	ديسبروزيوم	٦٦	١٦٢٫٥٢
هولميوم	٦٧	١٦٤٫٩٤	أربيوم	٦٨	١٦٧٫٧

المكتبة الثقافية

تحقق اشتراكية الثقافة

صدر منها للآن :

الثمن قرشان فقط

مطابع دار القلم بالقـــاهرة